



ALGÉRIE

COÛT DE LA DE DÉGRADATION DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DE LA SEYBOUSE

Version	Document Title	Author	Review and Clearance
1	ALGERIE COÛT DE LA DE DÉGRADATION DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DE LA SEYBOUSE	Sherif Arif et Fadi Doumani	



REMERCIEMENTS ET CITATION

Remerciements:

Nous adressons nos remerciements à M. Tahar Aichaoui, Directeur des Études et des Aménagements Hydrauliques, M. Abdallah Bouchedja, Directeur de L'Agence de Bassin Hydrographique (ABH) Constantinois-Seybouse-Mellègue et Mlle Faiza Badji, Sous Directrice de la Coopération et de la Recherche au Ministère des Ressources en Eau ; M. Rachid Taibi, Directeur Général de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), M. Tahar Tolba, Directeur Général au Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, ainsi qu'à toutes les personnes rencontrées durant la mission du 4 au 10 mai, 2013 (la liste des personnes rencontrés se trouvent dans l'Annexe I). Nous tenons aussi à remercier les administrations algériennes pour avoir facilité le travail et fourni des données essentielles dont elles disposaient après le départ de la mission.

L'étude a fait l'objet d'un atelier de restitution et de concertation tenu le 26 novembre 2013, à l'hôtel Sheraton à Alger qui a été ouvert par M. Tahar Aichaoui, Ministère des Ressources en Eau et Mme Silvia Favret, représentante de la Délégation de l'Union européenne en Algérie. La liste des participants à cet atelier avec leur fonction ainsi que l'évaluation de cette activité sont en Annexe I.

Nous aimerions aussi remercier M. Kamel Djelal, expert national du Programme SWIM-SM pour son assistance, sa précieuse aide et ses commentaires durant l'élaboration du rapport, ainsi que Mme Silvia Favret, Gestionnaire Programmes de Coopération de la Délégation de la Communauté Européenne en Algérie, pour ses précieux conseils et pour avoir facilité le travail de la mission SWIM.

Ce rapport doit être cité comme suit:

Algérie, Coût de la Dégradation des Ressources en Eau du Bassin de la Seybouse.2013. Programme de Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM) - financé par la Commission européenne (auteurs : Sherif Arif et Fadi Doumani). SWIM-SM est mis en œuvre par le consortium comprenant : LDK Consultants Ingénieurs & Programmateurs S.A. (Chef de file) ; l'Association des Services d'Eau des Pays Arabes (ACWUA) ; le Réseau Arabe pour l'Environnement et le Développement (RAED) ; le Bureau de Conseils DHV B.V., le Global Water Partnership - Mediterranean (GWP-Med) ; le Ministère Grec de l'Environnement, de l'Energie et du Changement Climatique/Département des Relations Internationales et des Affaires de l'Union européenne ; le Ministère Libanais de l'Energie et de l'Eau/Direction Générale des Ressources Hydrauliques et Electriques ; le Ministère Tunisien de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche/Direction Générale des Ressources en Eau ; ainsi que l'Agence Autrichienne pour l'Environnement (Umweltbundesamt GmbH). Bruxelles.



TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	18
2. Le Mécanisme de Soutien à la Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM)	21
2.1 Aperçu Général	21
2.2 Objectif de l'Etude	22
3. Le Bassin de la Seybouse	24
3.1 Données Générales du Bassin de la SEYBOUSE	24
3.2 . Pollution du Bassin de la Seybouse	27
3.3 Cadre Organisationnel et Institutionnel du Bassin de la SEYBOUSE	30
4. Revue des Coûts de la Dégradation Environnementale en Algérie	36
5. Méthodologie, Calibrage et Limites de l'Evaluation, et Catégorie	38
6. Coût de la Dégradation du Bassin de la Seybouse	45
6.1 Aperçu Général des Coûts de la Dégradation	45
6.1.1 Maladies hydriques associées à la qualité des services d'eau et d'assainissement	47
6.1.2 Qualité : Salinité	50
6.1.3 Quantité : Rabattement de la nappe	54
6.1.4 Quantité : Stockage	56
6.1.5 Erosion.....	57
6.2 Catégorie Déchets Solides	58
6.3 Catégorie Pollution de l'Air	59
6.4 Catégorie Biodiversité	60
6.5 Catégorie Catastrophes Naturelles et Environnement Global	61
6.5.1 Catastrophes Naturelles.....	61
6.5.2 Environnement Global	62
6.6 Conclusions	62
7. Coût de la Restauration du Bassin de la Seybouse	64
7.1 Aperçu Général des Coûts de la Restauration	64
7.2 Efficacité des Systèmes d'Irrigation	65



7.3 Eau et Assainissement en Milieu Rural	67
7.4 Amélioration de la Gestion des Décharges	69
7.5 Réduction de l'Erosion en Amont pour Réduire l'Ensemblement des Barrages	71
8. Conclusions et Recommandations	73
9. Références	76
Annexe I - Mission D'identification et Atelier de Validation	80
Annexe II - Méthodologie générale pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation	95
Annexe III - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Eau	107
Annexe IV - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Déchets	110
Annexe V - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Air	113
Annexe VI - Résultats de la Restauration	116
Annexe VII - Résultats Désagrégés des Coûts de la Dégradation	118



Taux de Change:

1 € = 102,9 Dinar algérien (DA) (Décembre 2012)

1 € = 106,9 Dinar algérien (DA) (Décembre 2013)

1 \$EU = 77,9 Dinar algérien (DA) (Décembre 2012)

1 \$EU = 77,7 Dinar algérien (DA) (Décembre 2013)

Source: <www.oanda.com>

Le contenu de cette publication est de la seule responsabilité des auteurs et ne représente pas nécessairement les vues de la Commission européenne ou celles du Gouvernement algérien.



ACRONYMES

A/C.....	Ratio Avantages/Coûts
ANBT.....	Agence Nationale des Barrages et Transferts
BA	Benefit Assessment
C/A.....	Coûts/avantages
CE.....	Communauté européenne
CET.....	Centres d'enfouissement technique
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
DBO ₅	Demande Biologique d'Oxygène
DCO.....	Demande Chimique d'Oxygène
dS/m	déciSiemens par mètre
EPA.....	Environmental Protection Agency des Etats-Unis
EUT	Eaux usée traités
FAO	Food and Agriculture Organisation
g.....	gramme
GES.....	Gaz à effet de serre
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (précédemment GTZ)
ha	Hectare
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramme
km.....	Kilomètre
km ²	Kilomètre carré
m.....	Mètre
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MdADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
MdSPRH.....	Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière
OMS.....	Organisation Mondiale de la Santé (WHO)



PDARE.....	Plan directeur d'aménagement des ressources en eau
PIB.....	Produit Intérieur Brut
SAU	Surface agricole utile
SIG	Système d'information géographique
STEP	Station d'Épuration des Eaux Usées
TEEB.....	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
TRI.....	Taux de Rendement Interne
UE	Union européenne
VAN.....	Valeur actualisée nette
VET.....	Valeur économique totale
VVL.....	Valeur d'une vie statistique
WFD	EC Water Framework Directive



RESUMÉ

Avec une population de 38,4 millions d'habitants en 2012 et un Produit Interne Brut (PIB) de 16,1 trillions de DA en 2012, l'Algérie, qui demeure confrontée à une dotation en eau estimée estimée à 450-500 m³/an/habitant, se situe parmi les pays à stress hydrique. En effet, l'Algérie est en deçà du seuil de rareté utilisé par la Banque mondiale de 1.000 m³/an/habitant comparativement à une moyenne régionale de 1.100 m³/an/habitant en 2011 et une moyenne mondiale de 6.600 m³/an/habitant en 2011. Le climat est caractérisé par une irrégularité pluviométrique dans l'espace et le temps et par une persistance des périodes de sécheresse. La sécheresse des décennies précédentes a affecté plus particulièrement l'agriculture, ce qui a nécessité un rationnement dans l'usage de l'eau dans l'agriculture.

Depuis les années 80, l'Algérie avait mis en place un développement basé sur l'intensification de l'exploitation de ses ressources naturelles notamment dans le domaine des hydrocarbures et des mines ce qui a permis l'amélioration des conditions de vie de ses citoyens avec un déséquilibre écologique en régression grâce à des politiques environnementales visant la durabilité, mais qui reste toujours fragile. Depuis 2002, l'Algérie s'est engagée dans une politique équilibrée de mobilisation et de diversification de ses ressources en eau dans un contexte de forte croissance démographique dans les centres urbains qui a largement contribué à celle des besoins en eau du pays. Actuellement, l'Algérie possède soixante-dix barrages d'une capacité de stockage de 7,3 milliards de m³ (capacité qui passera à 8,9 milliards de m³ avec 84 barrages en 2014) et d'un volume régularisable de 5,2 milliards de m³ avec des taux d'envasement variant entre 0,035% au barrage de Keddara au centre (50.000 m³/an pour une capacité initiale de 143 millions de m³) et 1,1% au barrage Gargar à l'ouest (4,5 millions de m³/an pour une capacité initiale de 358 millions de m³). De même, neuf usines de dessalement d'eau de mer sont en exploitation avec une capacité de 1,4 millions de m³/jour et deux autres sont en voie d'achèvement pour atteindre une capacité totale de production d'eau dessalée de 2,1 millions m³/jour. Les importantes réalisations dans le domaine de la mobilisation des ressources en eaux ont permis d'augmenter sensiblement le taux de raccordement moyen au réseau d'eau potable qui atteint selon les sources officielles 95% au niveau national, et une dotation de 175 litres/jour/habitant. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est de 87%. Par contre, les données publiées par l'UNICEF donnent des taux de raccordement différent avec 83% pour l'eau potable améliorée et 95% pour l'assainissement améliorée en 2010.

C'est dans ce contexte général que s'inscrit l'étude régionale du coût de la dégradation des ressources en eaux à l'échelle des bassins versants et qui est appuyée par le programme régional SWIM-SM financé par un don de l'Union européenne à hauteur de 7,0 millions d'€. L'une des cinq composantes de ce projet est l'amélioration de la gouvernance de l'eau et l'intégration des problématiques de l'eau dans les politiques sectorielles telles que les politiques des secteurs de l'agriculture, l'industrie, le tourisme, etc., et ce, afin que l'eau devienne un élément important dans les politiques et les stratégies nationales de développement. Bien que les problèmes d'eau et leurs impacts sur l'économie aient été évalués à l'échelle nationale, la situation est différente au niveau des bassins versants car aucune identification précise des problèmes et aucune évaluation des coûts associées à la dégradation n'ont encore été entrepris. Cependant, des décisions doivent être prises au niveau du bassin en ce qui concerne la gestion et la protection des ressources en eau. Ceci permettrait aux institutions locales de disposer des outils nécessaires pour pouvoir dialoguer sur les



politiques nécessaires pour réduire ces coûts, au niveau national et régional, et ce sur la base de coûts chiffrés.

L'Algérie, à travers son point focal national, a demandé l'assistance de SWIM-SM pour estimer le coût de la dégradation des ressources en eau dans le Bassin versant de la Seybouse. Le choix de ce bassin repose sur les critères suivants :

La Seybouse est le second cours d'eau de l'Algérie et est située au nord-est du pays, avec une longueur de 240 km. Elle est formée près de Guelma par l'Oued Cherf et l'Oued Bouhamdane. Son bassin, d'une surface de 6,471 Km² est le plus étendu d'Algérie et ses terres sont des plus fertiles. Elle rejoint la Méditerranée près d'Annaba.

La Seybouse traverse principalement les Wilayas de Guelma, Annaba et El Tarf qui sont constituées pour la plupart de territoires à vocation agricole et industrielle.

Le Bassin de la Seybouse comprend deux barrages de stockage, le barrage du Cherf sur l'Oued Cherf d'une capacité de 152,7 millions de m³ et le barrage Hammam Debbagh sur l'Oued Bou Hamdane d'une capacité de 184,3 millions de m³ qui sont utilisés pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

Ce bassin est considéré comme un bassin représentatif pour une analyse approfondie des coûts et avantages liés à la dégradation et la remise en état des ressources en eau en Algérie notamment par les aspects liés à la pollution agricole, communale et industrielle.

Le Bassin de la Seybouse n'a pas fait l'objet d'informations méthodiques ; lorsqu'elles sont disponibles, les données pour le Bassin versant de la Seybouse sont éparpillées et il n'existe pas de monographie spécifique sur les ressources en eau au niveau de ce bassin hydrographique. De plus, la dimension économique de la dégradation dans ce bassin ainsi que dans les 16 autres bassins versants d'Algérie n'a jamais été traitée pour pallier à cette dégradation.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le coût de la dégradation des ressources en eau au niveau du Bassin versant de la Seybouse pour aider les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion de ce bassin par le biais du potentiel de financement des projets lié aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités. Les résultats visés sont : (a) un aperçu des aspects économiques des problèmes de gestion du Bassin versant de la Seybouse ; (b) une évaluation du coût de la dégradation des ressources en eau ; (c) une analyse économique pour certaines alternatives ; et (d) des recommandations concrètes afin d'intégrer les avantages dont bénéficierait l'environnement et d'améliorer la gestion de ce bassin.

Les coûts de dégradation environnementale de la Seybouse atteignent 28,4 milliards de DA en 2012 avec une variation de 20,7 à 34,8 milliards de DA équivalent en moyenne à 4,2% du PIB de la région du Bassin de la Seybouse et de 0,2% du PIB national courant de l'Algérie en 2012. Les coûts attribuables à la santé humaine sont de 7,9 milliards DA en 2012 soit 27,7% du coût de la dégradation de la Seybouse avec 6 milliards de DA pour les maladies hydriques et 1,9 milliards de DA pour les maladies respiratoires dans la région d'Annaba (Tableau 1 et Figure 1).



Tableau 1 : Coût de la dégradation de la Seybouse, 2012 et en millions de DA

Catégories	Seybouse			
	Coût de la Dégradation		Borne Inférieure	Borne Supérieure
	Millions de DA	%	Millions de DA	Millions de DA
Eau	20.755	73%	14.298	25.582
Déchets	2.208	8%	1.741	2.621
Air (Annaba)	2.081	7%	1.947	2.634
Biodiversité	72	0%	57	86
Catastrophe naturelle et Environnement global	3.281	12%	2.645	3.917
Total	28.397	100%	20.689	34.840
% PIB Seybouse	4,2%		3,1%	5,2%
% PIB Algérie	0,2%			

Note : La borne inférieure et supérieure permet de prendre en compte les incertitudes associées aux calculs des coûts de la dégradation.

Ventilée par catégorie, la dégradation des ressources en eau est la plus importante dans la Seybouse en valeur relative avec 73,1% par rapport au total en 2012. Les catastrophes naturelles et l'environnement global notamment les inondations et les feux de forêts qui ont eu lieu dans la région du Bassin de la Seybouse en 2012 viennent en 2^{ème} position avec 11,6%. Les déchets viennent en 3^{ème} position avec 7,8% suivis de l'air à Annaba avec 7,3% et enfin la biodiversité en dernier lieu avec 0,3%.

S'agissant de la catégorie Eau (20,8 milliards de DA en 2012), la sous-catégorie quantité d'eau représente la majorité des coûts du Bassin de la Seybouse (11,0 milliards de DA) suivie par les maladies hydriques (6,0 milliards de DA) et enfin la qualité de l'eau (3,7 milliards de DA). Cette catégorie a des impacts sur l'environnement global (séquestration de carbone) mais les coûts n'ont pu être calculés.

S'agissant de la catégorie Déchets (2,2 milliards de DA en 2012), la sous-catégorie collecte représente la majorité des coûts du Bassin de la Seybouse (1,5 milliards de DA) suivie par la transformation des déchets (526 millions de DA), l'enfouissement (174 millions de DA) et enfin l'environnement global (44 millions de DA).

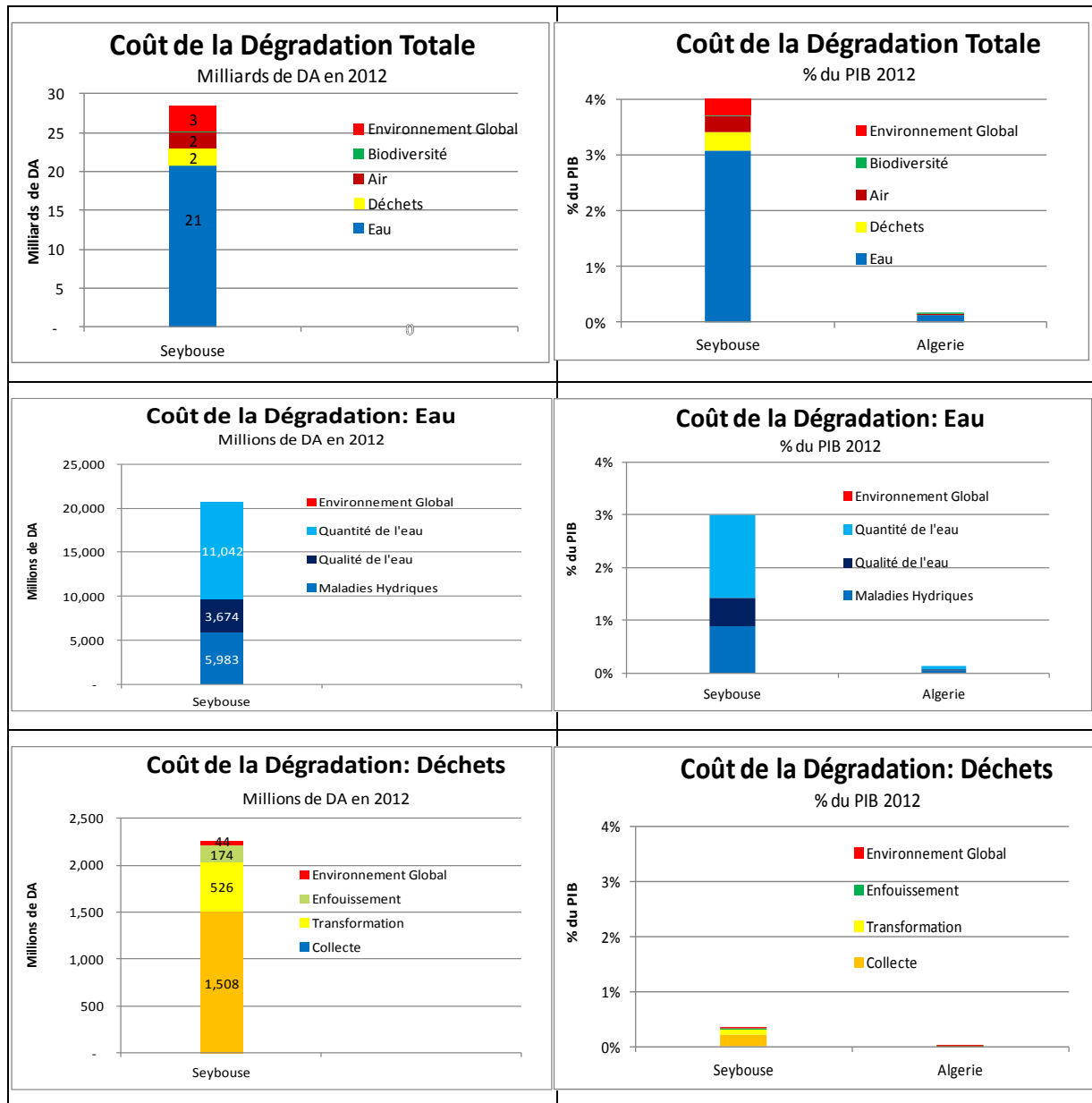
S'agissant de la catégorie Air (2,1 milliards de DA en 2012), les dommages sont notamment liés à la santé (1,9 milliards de DA) ainsi que les dommages touchant la détérioration de la productivité agricole (125 millions de DA) et des infrastructures et façades (84 millions de DA) alors que l'impact sur la faune et la flore (ex. pluies acides) n'a pas été calculé. Par ailleurs, le coût associé au plomb dans l'air n'a pas été calculé faute de données fiables.



L'analyse détaillée de la catégorie catastrophe naturelle et environnement global (3,3 milliards de DA en 2012), indique que les dommages sont notamment dus aux inondations, aux feux de forêts et à l'émission de carbone due aux déchets et aux feux de forêts.

Dans la catégorie biodiversité (72 millions de DA en 2012), les dommages sont notamment dus à la réduction des zones humides et la biodiversité perdue suite aux incendies.

Figure 1 : Coût de la dégradation de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA



Source : Auteurs.

L'estimation du coût de la dégradation des ressources en eau a permis de dégager les conclusions suivantes :

Les pertes d'efficacité dans les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation (28,5% du coût total de la dégradation) au sein du Bassin de la Seybouse sont de loin les plus importantes et



sont de 36% supérieur aux dommages dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement améliorés (22% du coût total de la dégradation). Par ailleurs, le coût réel de l'eau a été utilisé dans les calculs au lieu du coût de production et se traduit par une augmentation de cette sous-catégorie de 33%.

Les dommages dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement améliorés (6 milliards de DA) dans le Bassin de la Seybouse sont de 39% supérieur aux dommages dus à la qualité de la ressources (2,9 milliards de DA).

La mauvaise collecte et le manque de traitement des déchets (2,2 milliards de DA) constituent un dommage important et représentent près du tiers des dommages dus au manque d'accès à l'eau et à l'assainissement améliorés.

L'érosion contribue à l'envasement des barrages qui affecte la quantité d'eau (166 millions de DA), ce qui peut signifier que l'envasement des barrages peut être causé par les sédiments des sous bassins versants et non pas nécessairement par l'érosion des terres dont leurs sédiments n'atteignent pas nécessairement les retenues des barrages.

Les catastrophes naturelles sont sous-estimées et atteignent 2,9 milliards de DA et 11% du coût total de la dégradation, notamment les inondations qui contribuent de façon significative à l'érosion.

Sur la base de ces conclusions, quatre priorités se dégagent dans le court et moyen terme, les trois premières étant évaluées :

La réduction des pertes dans les réseaux d'irrigation;

L'eau potable et l'assainissement en milieu rural ;

La collecte et le traitement des déchets ; et

L'efficacité de l'aménagement du territoire permettant de réduire l'érosion, l'envasement des barrages et les effets nuisibles des inondations. Les interventions liées à l'aménagement du territoire pour réduire l'érosion et ainsi l'envasement des barrages n'ont pas été considérées faute d'études permettant d'établir une causalité entre l'aménagement et la réduction de l'envasement et de mener une évaluation économique.

Les scénarios les plus efficaces ont été retenus et sont illustrés dans le Tableau 2 et la Figure 2. Un seul scénario a été considéré pour l'efficacité de la grande irrigation : amélioration des rendements des cultures maraîchères et arboricoles avec des gains de productivité attendus. La rentabilité et l'efficacité de la grande irrigation ne fait aucun doute et pourrait avoir un retour sur investissement positif après seulement 4 ans. Concernant l'eau et l'assainissement en milieu rural, les 3 scénarios sont rentables : (i) adduction d'eau potable existe alors que la connexion au réseau d'égout n'existe pas ; (ii) adduction d'eau potable n'existe pas et la connexion au réseau d'égout n'existe; et (iii) les deux premiers scénarios sont collectivement considérés. Trois scénarios ont été considérés pour les déchets : (i) assurer dans chacune des Wilayas une station de transfert, une station de ségrégation avec un recyclage de 15% et un compostage de 15% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; (ii) assurer dans chacune des Wilayas une station de transfert, une station de ségrégation avec un recyclage de 10% et un compostage de 10% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; et (iii) assurer dans chacune des Wilayas une station de transfert et une décharge améliorée permettant la construction de cellules afin de générer de l'électricité. Seule,



l'alternative tout à la décharge avec génération d'électricité dans des cellules est rentable. Les alternatives avec ségrégation et recyclage ne le sont pas car elles sont trop coûteuses. Ainsi, pour pallier à cette insuffisance, une analyse multicritère pourrait être envisagée pour la prise de décision où des pondérations seraient attribuées non seulement à l'analyse C/A mais aussi à la création d'emploi, la réduction de la pauvreté, etc. (voir l'Annexe VI pour le détail des calculs).

L'analyse des coûts de restauration de trois catégories analysées et basée sur la valeur actualisée nette (VAN) de l'investissement sur 20 ans avec un taux d'escapement de 10% et le taux de rendement interne (TRI), a permis de dégager les investissements les plus efficaces et efficaces qui sont les suivants :

- a) Pour l'irrigation, l'investissement, qui est à titre indicatif, permettra d'économiser 200 millions de m³ qui pourront être utilisés pour augmenter le rendement des surfaces irriguées. L'analyse dégage une VAN positive de 2,1 milliards de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieure à 1.
- b) L'assainissement est rentable pour les 3 scénarios avec 2,3 milliards de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieure à 1 pour le 3ème scénario permettant d'assurer un taux de couverture de 100% pour aussi bien l'eau potable que l'assainissement de 2013 à 2031.
- c) Le transfert et enfouissement des déchets communaux n'est rentable que lorsque pour chaque Wilaya, une station de transfert et une décharge seront établies avec production d'électricité moyennant les émissions du méthane. Cet investissement a une VAN de 23 millions de DA, un TRI de 11% et une VA du Ratio A/C de 1,2.
- d) L'évaluation de la réduction de l'érosion hydrique n'a pu être effectuée faute de disponibilité de données fiables.

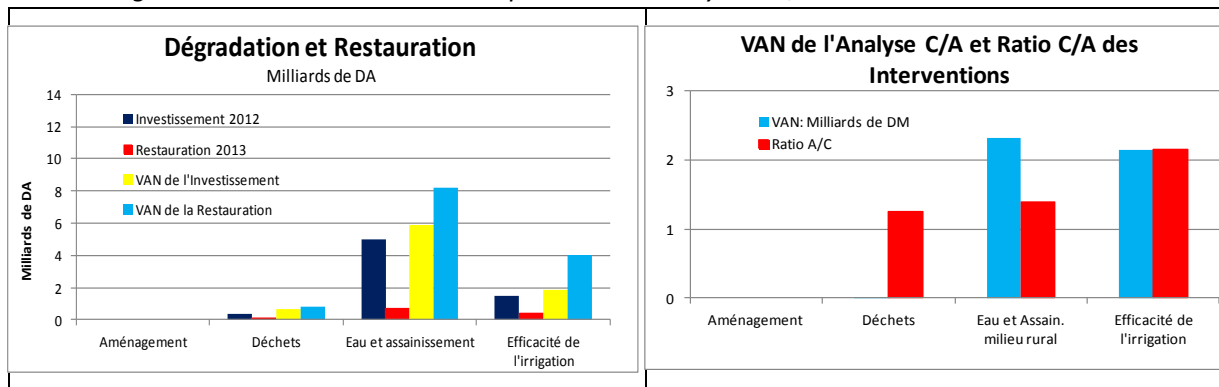
Tableau 2 : Coût de la restauration de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA

Seybouse	Investissement 2012	Restauration 2013	VAN de l'Investissement	VAN de la Restauration
	Milliards de DA	Milliards de DA	Milliards de DA	Milliards de DA
Aménagement	0	0	0	0
Déchets	0,4	0,1	0,7	0,8
Eau et Assainissement en milieu rural	5,0	0,7	5,9	8,2
Efficacité de l'irrigation	1,5	0,4	1,9	4,0

Source: Auteurs.



Figure 2 : Coût de la restauration partielle de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA



Source: Auteurs.

Quatre domaines d'intervention sont proposés pour la gestion intégrée et durable des ressources en eau de la Seybouse qui sous-tendent les recommandations de la présente étude :

a) **La priorisation des interventions permettant de réduire les pertes techniques et financières des services d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation, et pouvant aussi améliorer la gestion de l'eau.** Les investissements et les mesures institutionnelles devront être orientés principalement vers trois types d'intervention:

- i. La réhabilitation des réseaux d'eau potable, d'assainissement et d'irrigation sur la base d'un plan d'action chiffré articulé autour d'objectifs de réduction des pertes techniques et financières ;
- ii. Des changements structurels dans la gestion de l'eau (incitation, gouvernance, tarification prenant en compte les exigences de viabilité financière, de conservation, et de sensibilisation des usagers) ainsi que le choix des technologies pour une plus grande efficacité sur le plan économique, financier et environnemental; et
- iii. L'amélioration continue des indicateurs de gestion et de performance pour l'alimentation en eau potable, l'assainissement et l'irrigation.

b) **La focalisation sur des investissements efficaces pour le contrôle de la pollution domestique dans les milieux ruraux et périurbains ainsi que de la pollution industrielle dans le bassin de la Seybouse.** En priorité, il est recommandé que :

- i. L'État investisse dans le renforcement des infrastructures d'eau potable et/ou d'assainissement en milieu rural, en utilisant des technologies appropriées. Le développement de la stratégie serait basé sur des éléments économiques et environnementaux persuasifs et sur la mise en place d'indicateurs de suivi tels que la diminution du coût de la dégradation des ressources en eau.
- ii. Le Ministère de l'Environnement complète l'étude sur la pollution industrielle du Bassin de la Seybouse et institue un système de contrôle et de suivi des contrats de performance établis ou qui seront établis pour les industries les plus polluantes à Annaba, Skikda, El Tarf et Guelma.



- iii. Les investissements pour les centres d'enfouissement technique incluront non seulement le type d'enfouissement traditionnel mais aussi la génération des revenus additionnels en forme d'électricité ainsi que le traitement et la fermeture des décharges sauvages du Bassin de la Seybouse.
- iv. Les secteurs des ressources en eau et de l'environnement, à travers leurs représentants locaux, veillent à ce que les industries polluantes appliquent la réglementation qui instaure l'obligation de prétraitement de leurs effluents avant rejet dans les systèmes d'assainissement.

c) **Un réseau d'information décentralisé pour l'observation, le suivi, la surveillance continue des milieux et des ressources naturelles du Bassin de la Seybouse.** Ce réseau devrait être réorienté en mettant en relation les institutions de l'eau et de l'environnement notamment l'ANRH, l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue, les directions des ressources en eau de wilayas ainsi que les directions de l'environnement de wilayas du Bassin de la Seybouse. Ce réseau aura pour objectifs de:

- i. définir et valider des protocoles d'échange avec d'autres sources d'information et bases de données notamment celles de l'ANRH ;
- ii. mettre en place des systèmes de mesures des prélèvements d'eau et de suivi de l'utilisation des sols en vue d'évaluer l'état des eaux et des sols ;
- iii. améliorer la connaissance et l'évaluation du milieu à travers le contrôle des rejets d'effluents, en référence avec la réglementation en vigueur et leurs impacts sur la santé et la dégradation du capital naturel et ce, afin de contribuer à la prise de décision basée sur des données et informations précises et régulières ; et
- iv. fournir à tout usager, toutes les informations et données sur la nature et la qualité des eaux et des sols ainsi que les contraintes, obligations et incitations.

d) **Une dimension d'action horizontale pour une gestion intégrée de l'eau dans le Bassin versant de la Seybouse est fortement recommandée.** Un renouvellement des efforts est requis pour étayer la planification des ressources au niveau du Bassin de la Seybouse avec une prise en compte des questions économiques, environnementales et sociales, ainsi qu'avec une base de connaissances nettement améliorée, des systèmes d'information et de bons outils analytiques. Cette tâche et les moyens nécessaires pourraient être attribués à l'ABH avec une compréhension claire que la planification ne doit pas être limitée à l'objectif d'adéquation de l'offre et la demande en eau au sens strict, mais doit s'étendre à d'autres aspects tels que l'environnement, l'industrie, l'agriculture, etc. Un système « horizontal » doit donc être mis en place à partir d'une réflexion globale et intégrée sur la gestion de l'eau dans le Bassin versant de la Seybouse. Il est fortement recommandé que les actions mises en œuvre soient soutenues par un groupe permanent établi au sein de l'ABH et qui devrait, en premier lieu :

- i. Consolider le bilan sur les ressources en eau et leurs usages dans le Bassin de la Seybouse en collaboration avec les institutions locales, les utilisateurs et les opérateurs.
- ii. Enrichir le PDARE pour prendre en compte dans les plans d'investissements, les coûts de la dégradation des ressources en eau du Bassin de la Seybouse et de leur restauration



notamment à travers la réalisation planifiée de STEP permettant également de développer la réutilisation des eaux épurées.

- iii. Développer, par transfert des outils et du savoir-faire, une expertise sur l'évaluation des coûts de dégradation/restauration ainsi qu'une capacité de conseil dans les modes et moyens d'intégration de ces aspects dans les stratégies sectorielles et les programmes de développement.
- iv. Lancer des campagnes d'information et de sensibilisation auprès de la population et des établissements scolaires par l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue afin de partager avec les usagers de l'eau l'état de la dégradation des ressources en eau de la Seybouse et de ses conséquences sur la population.



1. Introduction

1. Avec une population de 38,4 millions d'habitants en 2012¹ et un ratio de ressources en eau renouvelables² estimé à 450-500 m³/an/habitant, l'Algérie se situe parmi les pays à stress hydrique. En effet, l'Algérie est en deçà du seuil de rareté utilisé par la Banque mondiale de 1.000 m³/an/habitant comparativement à une moyenne régionale de 1.100 m³/an/habitant en 2011 et une moyenne mondiale de 6.600 m³/an/habitant.³ Les ressources en eau sont évaluées en moyenne à 17,2 milliards de m³/an dont 10,2 milliards de m³/an sont des eaux de surface, 2 milliards de m³/an sont des ressources souterraines au Nord et 5 milliards de m³/an sont des eaux souterraines au Sud.⁴ En terme d'affectation, environ 60% des ressources en eau sont alloués à l'irrigation, 30% à l'eau potable et environ 5-10% à l'industrie.⁵ Le Produit Intérieur Brut de l'Algérie (PIB) est estimé à 206,5 milliards de \$EU en 2012.⁶ Le secteur de l'agriculture contribue à environ 11,7% du PIB (2009), et fournit de l'emploi à 5% de la population active et à environ 14% de la main d'œuvre rurale.⁷
2. Les ressources en eau sont caractérisées par une irrégularité dans l'espace et le temps et une persistance des périodes de sécheresse. La sécheresse des décennies précédentes a affecté plus particulièrement l'agriculture, ce qui a nécessité un rationnement dans l'usage de l'eau aux besoins agricoles. Afin d'assurer la sécurité alimentaire dans les prochains dix ans, une mobilisation de 15-20 milliards de m³/an est nécessaire alors que la mobilisation actuelle n'est que 5-6 milliards de m³/an.⁸
3. Depuis les années 80, l'Algérie avait mis en place un développement basé sur l'intensification de l'exploitation de ses ressources naturelles notamment dans le domaine des hydrocarbures et des mines ce qui a permis l'amélioration des conditions de vie de ses citoyens avec un déséquilibre écologique en régression grâce à des politiques environnementales visant la durabilité, mais qui reste toujours fragile. A partir de 2002, l'Algérie s'est engagée dans une politique équilibrée de mobilisation et de diversification de ses ressources en eau dans un contexte de forte croissance démographique dans les centres urbains qui a largement contribué à celle des besoins en eau du

¹ Site web de l'Office Nationale des Statistiques: <www.ons.dz/-Population-et-Demographie-.html>

² Site web de la Banque mondiale : <www.worldbank.org/en/country/Algeria>.

³ World Bank. 2007. Making the most of scarcity. Accountability for better water management results in the Middle East and North Africa. MENA Development report. World Bank, Washington, D.C.

⁴ Abdallah Bouchedja, DG of the ABHSCM, EUR)-RIOB 2012, 10^{ème} Conférence Internationale, Istanbul, Turquie, 17-19 Octobre 2012.

⁵ Mohamed Benblidia, L'Efficienc e de l'Utilisation de l'Eau et Approche Économique. http://planbleu.org/sites/default/files/publications/rapport_national_eau_dz.pdf

⁶ IMF. 2013. Algeria Article IV. Washington, D.C.

⁷ Site web de l'IFAD : www.ifad.org/events/gc/34/nen/factsheet/algeria.pdf

⁸ Brahim Mhouche. *Laboratoire de Maitrise de l'Eau en Agriculture ; « Les Problèmes du Manque d'Eau et l'Agriculture Algérienne. »*



pays. Actuellement, l'Algérie possède soixante dix barrages⁹ d'une capacité de stockage de 7,3 milliards de m³ (capacité qui passera à 8,9 milliards de m³ avec 84 barrages en 2014) et d'un volume régularisable de 5,2 milliards de m³ avec des taux d'envasement variant entre 50.000 m³/an ou 0,035% au barrage de Keddara (capacité de 143 millions de m³ - région centre) et 4,5 millions de m³/an ou 1,1% au barrage Gargar à l'Ouest (capacité de 358 millions de m³).¹⁰ De même, neuf usines de dessalement sont en exploitation avec une capacité de 1,4 millions de m³/jour et deux autres sont en voie d'achèvement.¹¹ Les importantes réalisations dans le domaine de la mobilisation des ressources en eaux ont permis d'augmenter sensiblement le taux de raccordement moyen au réseau d'eau potable qui atteint selon les sources officielles 95% au niveau national, et une dotation de 175 litres/jour/habitant.¹² Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est de 87% avec un volume total d'eaux usées d'environ 1,2 milliards de m³/an.¹³ Par contre, les données publiées par l'UNICEF donnent un taux de raccordement tout à fait opposé avec 83% pour l'eau potable améliorée et 95% pour l'assainissement amélioré en 2010.¹⁴

4. Le prix moyen payé par l'utilisateur est de l'ordre de 64 DA/m³ pour l'eau potable (comprenant les redevances d'assainissement et les redevances pour l'économie et la protection de l'eau). Le coût de production doit être actuellement de l'ordre de 125 à 150 DA/m³ (compte tenu du dessalement d'eau de mer), donc une subvention de plus de 50% sans compter la subvention indirecte liée au prix du carburant et celui de l'électricité (subventionné à concurrence de 60%). Par ailleurs, le poids de la facture d'eau dans le budget des ménages représente en moyenne près de 1 % du revenu du ménage. Mais il est de l'ordre de 1,30 % pour les catégories d'utilisateurs aux revenus les plus faibles.¹⁵
5. La surface agricole utile (SAU) est d'environ 8,3 millions d'hectare (ha),¹⁶ soit 0,2 ha par habitant qui est considérée parmi les plus faibles de la région méditerranéenne. Environ 3,8 millions d'ha sont utilisés pour les cultures herbacées, 3,7 millions d'ha sont en jachère, 0,58 million d'ha sont en plantations fruitières, et 0,08 million d'ha sont des vignobles. Les cultures pluviales ne peuvent être pratiquées que dans les zones où la pluviométrie est de plus de 450 mm par an, soit environ 1,6 millions d'ha. Le reste (6,7 millions d'ha) nécessite une irrigation.¹⁷ On estime qu'environ 6 millions d'hectares¹⁸ sont soumis à de fortes érosions hydriques au Nord, éolienne au Sud et de salinité au Centre et à l'Ouest. La gestion des sols est liée aussi à celle des ressources hydrauliques et

⁹ Site web : <www.anrh.dz/>.

¹⁰ Site web : <www.anrh.dz/>.

¹¹ Site web : <www.mre.dz/baoff/fichiers/PROGRAMME_DESSALEMENT.pdf>.

¹² Ministère des Ressources en Eau : <www.mre.dz/baoff/fichiers/INDICATEURS_EN_ALIMENTATION_EN_EAU_POTABLE.pdf>.

¹³ Ministère des Ressources en Eau : <www.mre.dz/baoff/fichiers/assainissement.pdf>.

¹⁴ UNICEF MICS (2012).

¹⁵ Plan Bleu (2011).

¹⁶ Site web : <www.fao.org/docrep/008/y5953f/y5953f07.htm>.

¹⁷ B. Mouhouche Laboratoire de Maitrise de l'Eau en Agriculture, ENSA.

¹⁸ D. Heddadji, INRA : <www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH0140.dir/17-168-175.pdf>.



largement influencée par les politiques liées à la sécurité alimentaire. La dégradation des sols est l'une des causes principales de la sédimentation des barrages estimée en 2002 à 34 millions de m³ annuellement et la réduction de leur capacité de 11% en 2002.¹⁹ L'Algérie est aussi soumise à des crues violentes, les dernières survenues à Bab El Oued à Alger en 2001 ont fait plus de 80 morts et 100 disparus et des pertes matérielles évaluées à 30 milliards de DA²⁰ et en mai 2013.²¹ De même, l'Algérie a été soumise à des séismes; le dernier, qui a frappé les Wilayas d'Alger, de Tizi-Ouzou et la ville de Boumerdes (près de la ville d'Alger) le 21 mai 2003, a fait 2.250 morts et 11.000 blessés.

6. La nouvelle loi relative à l'eau (Loi n°05-12 du 5 août 2005) a donné l'assise juridique nécessaire pour mettre l'accent sur une gestion plus rationnelle et plus économique dans tous les secteurs de consommation et d'utilisation de l'eau et particulièrement l'adoption de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Cette loi a défini les principes relatifs à l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau à l'échelle des bassins hydrographiques. Ces principes consacrent notamment: l'universalité de l'eau comme droit d'accès à l'eau et à l'assainissement et le droit à l'utilisation de l'eau pour tous dans les limites de l'intérêt général; l'économie de l'eau à travers la lutte contre les fuites et le gaspillage et l'utilisation des systèmes économes; la lutte contre le prélèvement illicite de la ressource ; l'écologie de l'eau et sa protection contre toute forme de pollution. Au plan institutionnel, la loi a institué un conseil national consultatif des ressources en eau ainsi qu'un plan national de l'eau qui a été élaboré et sera soumis prochainement au Gouvernement pour approbation ; de même, un plan directeur d'aménagement des ressources en eau (PDARE) a été institué lequel devra établir les orientations fondamentales de la gestion des ressources en eau pour chaque région hydrographique.

¹⁹ Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville (MATEV), Rapport National Sur l'État et l'Avenir de l'Environnement, 2007.

²⁰ MATE : Rapport National Sur l'État et l'Avenir de l'Environnement, 2007.

²¹ Site web : <www.youtube.com/watch?v=Be4w4wkYUus>.



2. Le Mécanisme de Soutien à la Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM)

2.1 Aperçu Général

7. C'est dans ce contexte général que s'inscrit l'étude régionale du coût de la dégradation des ressources en eaux à l'échelle des bassins versants et qui est appuyée par le programme SWIM-SM.²² Ce dernier est un programme de soutien technique régional dont l'objectif est d'encourager activement la diffusion élargie des politiques et des pratiques durables de gestion de l'eau dans la région, dans le contexte de la pénurie croissante d'eau associée à la pression sur les ressources en eau par une grande partie des utilisateurs et à la désertification, le tout étant exacerbé par les changements climatiques. De portée régionale et visant à ajouter de la plus-value et à compléter les autres processus régionaux à travers des activités régionales et nationales reproductibles, le programme SWIM-SM s'attache à :
- Fournir un appui stratégique aux neuf pays²³ sud-méditerranéens Partenaires de l'Union européenne pour le développement et la mise en œuvre des politiques et des plans de gestion durable de l'eau, impliquant un dialogue inter-sectoriel et la consultation des institutions concernées.
 - Contribuer au renforcement institutionnel et au développement des compétences de gestion et de planification nécessaires et faciliter le transfert du savoir-faire.
 - L'une des cinq composantes de ce projet est l'amélioration de la gouvernance de l'eau et l'intégration des problématiques de l'eau dans les politiques sectorielles telles que les politiques des secteurs de l'agriculture, l'industrie, le tourisme, etc., et ce, afin que l'eau devienne un élément important dans les politiques et les stratégies nationales de développement.
8. Bien que les problèmes d'eau et leurs impacts sur l'économie aient été évalués à l'échelle nationale, la situation est différente au niveau des bassins versants car aucune identification précise des problèmes ni aucune évaluation des coûts associés à la dégradation n'ont encore été réalisées. Cependant, des décisions doivent être prises au niveau du bassin en ce qui concerne la gestion et la protection des ressources en eau, en collaboration étroite avec les autorités locales, et en particulier pour les systèmes de conservation des eaux et des sols, de traitement des eaux usées au niveau régional/local. Le coût de la dégradation des ressources en eau (Cost of Water Resources Degradation ou CWRD en anglais) permettrait aux institutions locales de disposer des outils nécessaires pour pouvoir dialoguer sur la base de coûts chiffrés avec les autorités centrales, les ministères, et en particulier avec le ministère des Finances, les autres institutions compétentes et le public, pour tout ce qui concerne les différents types de coûts de la dégradation et les politiques nécessaires pour réduire ces coûts.

²² Site web: <SWIM-SM : <www.swim-sm.eu>.

²³ Les neufs pays sont l'Algérie, l'Egypte, Israël, la Jordanie, le Liban, le Maroc, les Territoires Palestiniens Occupés, la Syrie et la Tunisie.



9. L'Algérie, à travers son point focal national, a demandé l'assistance de SWIM-SM pour estimer le coût de la dégradation des ressources en eau dans le Bassin versant de la Seybouse. Le choix de ce bassin repose sur les critères suivants :
- a) La Seybouse est le second cours d'eau d'Algérie et est située au nord-est avec une longueur de 240 km. Elle est formée près de Guelma par l'Oued Cherf et l'Oued Bouhamdane. Son bassin, d'une surface de 6,471 Km² est le plus étendu d'Algérie et ses terres sont des plus fertiles.²⁴ Elle rejoint la Méditerranée près d'Annaba.
 - b) La Seybouse traverse principalement les Wilayas de Guelma, Annaba, et El Tarf qui sont constituées pour la plupart de territoires à vocation agricole et industrielle.
 - c) Le Bassin de la Seybouse comprend deux barrages de stockage, le barrage Cherf sur l'Oued Cherf d'une capacité de 152,7 millions de m³ et le barrage Hammam Debbagh sur l'Oued Bou Hamdane d'une capacité de 184,3 millions de m³ qui sont utilisés pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.
 - d) Ce bassin est considéré comme un bassin représentatif pour une analyse approfondie des coûts et avantages liés à la dégradation et à la remise en état des ressources en eau en Algérie notamment par les aspects liés à la pollution agricole, communale et industrielle.
 - e) Le Bassin de la Seybouse n'a pas fait l'objet d'informations méthodiques ;. Les données disponibles sont en outre éparpillées et il n'existe pas de monographie spécifique sur les ressources en eau au niveau de ce bassin hydrographique. De plus, la dimension économique de la dégradation dans ce bassin ainsi que dans les 16 autres bassins versants d'Algérie n'a jamais été traitée pour pallier à cette dégradation.

2.2 Objectif de l'Etude

10. L'objectif principal est d'évaluer le coût de la dégradation des ressources en eau au niveau du Bassin versant de la Seybouse pour aider les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion de ce bassin par le biais du potentiel de financement des projets lié aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités.
11. Les résultats visés sont :
- Un aperçu des aspects économiques des problèmes de gestion du bassin versant de ce bassin ;
 - Une évaluation du coût de la dégradation des ressources en eau dans ce bassin incluant la dégradation écologique et de l'environnement ;
 - Une analyse économique pour certaines alternatives prioritaires;
 - Des recommandations concrètes afin d'intégrer les avantages dont bénéficiera l'environnement et d'améliorer la gestion de ce bassin.

²⁴ Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville : Rapport National sur l'Etat et l'Avenir de l'Environnement (RNEAE), 2007.



12. Le coût de la dégradation des ressources en eau peut être envisagé comme une mesure du bien-être perdu en raison de la dégradation des ressources en eau. Une perte en termes de bien-être comprend, sans s'y limiter nécessairement :
- Une perte en termes de vie en bonne santé de la population (par exemple, le fardeau de la maladie) ;
 - Des pertes économiques (par exemple, des revenus auxquels certains agents économiques ont dû renoncer) ; et
 - Une perte en termes d'opportunités relatives à l'environnement et à l'eau (par exemple, une perte en termes de tourisme, de ressources halieutiques et de biodiversité).



3. Le Bassin de la Seybouse

3.1 Données Générales du Bassin de la SEYBOUSE

13. La Seybouse prend sa source dans les hauts plateaux du Selloua et Heracta. Dans la partie haute du bassin, elle traverse des terrains très fracturés et quelques dépressions renfermant une nappe alluviale permettant une régulation des ruissellements d'eau; elle draine ensuite les bas reliefs. Lorsque l'Oued atteint la plaine d'Annaba, il rejoint la Meboudja et dépose une charge importante de sédiments et provoque des inondations avant de se déverser dans la Méditerranée.²⁵
14. Le Bassin versant de la Seybouse couvre l'ensemble ou une partie des territoires des Wilayas de Oum El-Bouaghi, Guelma, El-Tarf (près de Dréan), Annaba et Skikda. Il est limité au Nord, par la mer Méditerranée, au Sud, par la Wilaya de Souk-Ahras, à l'Ouest, par les Wilayas de Constantine et Skikda, et à l'Est, par la Wilaya d'El-Tarf. Ce bassin s'étend aussi au delà des limites administratives de 68 communes relevant de 7 Wilayas.
15. Le bassin est caractérisé par un climat méditerranéen et semi-aride avec une pluviométrie moyenne qui varie entre 400 mm et 700 mm. Les précipitations peuvent atteindre 1.100 mm à El Tarf et Annaba ; l'infiltration annuelle moyenne est d'environ 162 mm, tandis que le ruissellement représente 79 mm/an.²⁶ Le bassin est très vulnérable aux changements climatiques et a subi plusieurs évènements de sécheresse et de crues.

Encadré 3.1 : Principales Caractéristiques du Bassin de la Seybouse

Longueur de l'Oued : 240 km.

Superficie du bassin versant : 6.471 km² soit 0,27% de la superficie totale du pays (6,8% de la surface habitable).

Population en 2012 : près de 1,6 millions d'habitants²⁷ (4,1% de la population totale)

Ouvrages hydrauliques de mobilisation : 2 barrages - Oued Cherf sur l'Oued Eponyme, et Hammam Debbagh sur l'Oued Bouhamdane

Agriculture : région très fertile.

16. Le Bassin de la Seybouse (Encadré 3.1 et Figure 3.1) est subdivisé en 6 sous-bassins (Oued Cherf en amont – Oued Cherf en aval – Oued Bouhamdane - Oued Seybouse moyenne - Oued Mellah - Oued Seybouse maritime). Il est principalement alimenté par l'Oued Seybouse qui est le confluent des

²⁵ L. Jabri, A. Hani, R. Laouar, J. Mania, J. Mudry et A. Louhi "Potential pollution of groundwater in the valley of the Seybouse River, north-eastern Algeria" Environmental Geology, September 2003, Volume 44, Issue 6, pp 738-744.

²⁶ Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue and the Institutional and Economic Instruments for Sustainable Water Management in the Mediterranean Basin ; " Institutional framework and decision-making practices for water management in Algeria :Towards the development of a strategy for water pollution prevention and control in the Seybouse River Basin" March 2009.

²⁷ Aziz et Boualem (2012).



Oued Cherf et Bouhamdane, avec un apport de 408 millions de m³/an à la station de Boudaroua, est aussi destiné à l'irrigation des périmètres de Kser Sebahi et Sedrata d'une superficie équipée de 3.517 ha ; l'Oued Bouhamdane a un apport de 96 millions de m³/an à la station de Medjez Ammar II ; l'Oued Cherf de 107 millions m³/an et l'Oued Mallah de 151 millions de m³/an à la station de Bouchegouf.²⁸

17. Le Bassin de la Seybouse dispose de deux grands barrages : celui de Hammam Debbagh sur l'Oued Bouhamdane situé dans la Wilaya de Guelma avec une capacité de 184 millions de m³ et un envasement de 530.000 m³/an (0,28%) ;²⁹ il dessert Guelma en eau potable pour environ 20 millions de m³/an et l'irrigation du périmètre de Guelma-Bouchegouf pour 35 millions de m³/an sur une superficie de 9.940 ha dans le périmètre de Bouchegouf. Celui de Oued Cherf sur l'Oued Cherf, situé dans la Wilaya de Souk Ahras avec une capacité de 152 millions de m³ et un envasement de 520.000 m³/an (0,34%) ; il est affecté à l'irrigation des périmètres de Ksar Sebahi et Sedrata sur une superficie équipée de 3.517 ha avec un volume régularisable de 30 millions de m³/an. Par ailleurs, le lac Fetzara est le seul écosystème aquatique important dans la région et bénéficie du statut officiel de protection récemment acquis par la Convention de Ramsar. Les dimensions du lac sont à 17 km de l'Ouest à l'Est et à 13 km du Nord au Sud et de l'eau du lac est caractérisée par une forte salinité.³⁰
18. Les principaux secteurs d'activités économiques du bassin sont: (a) l'agriculture (Annaba, Guelma, Oum El Bouaghi, El Tarf) qui contribue à la production de denrées alimentaires du pays (céréales, fruits, tomates, vignes, olives etc.) ainsi que la pêche avec 9.430 tonnes/an; (b) les industries agro-alimentaires (production laitière, conserves de tomates, sucre, etc.); (c) l'industrie manufacturière;³¹ et (d) l'industrie lourde à Annaba pour la production d'acier d'environ 1,0 millions de tonnes/an, de 115.000 tonnes/an de bobines d'acier et tôles laminées à chaud et à froid par Arcelor Mittal, ainsi que les engrais phosphatés et azotés par Fertiberia/Asmidal.³²

²⁸ Rapport sur l'État de l'Environnement de Guelma.

²⁹ Site web :

<www.guelma.org/francais/index2.php?rub=sejour&srub=promenades_guelma&goto=barrage_bouhamdane_guelma>.

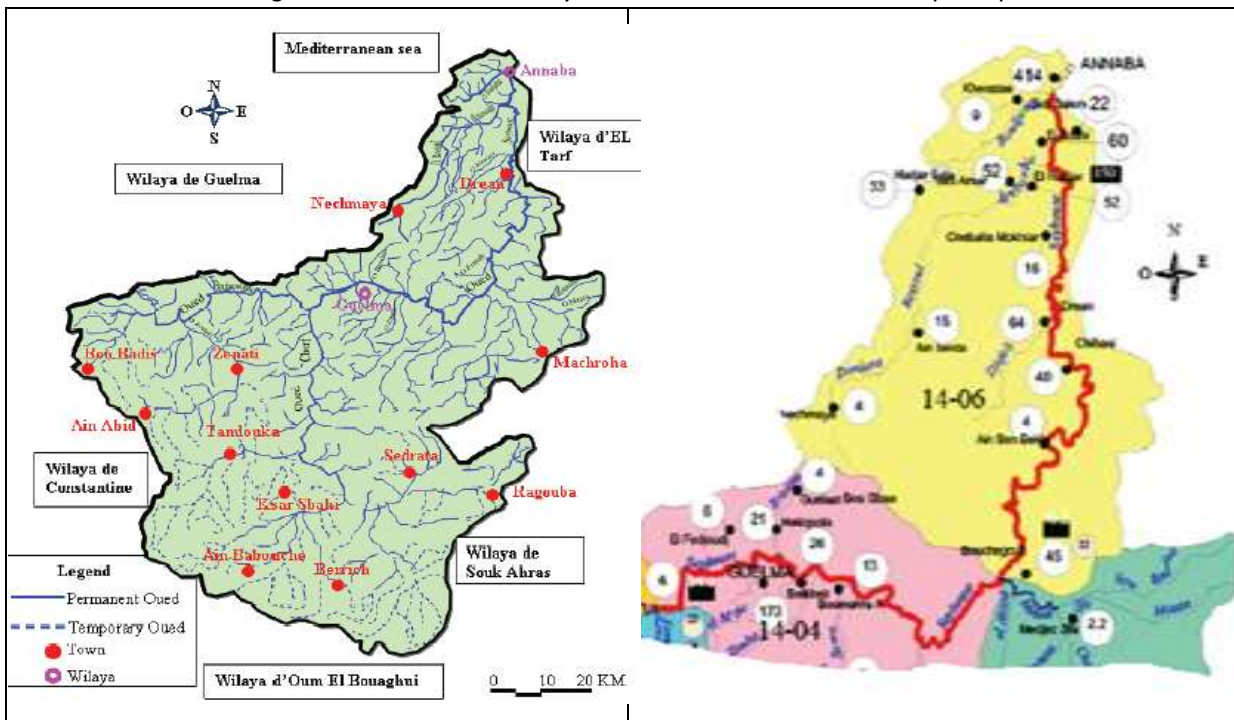
³⁰ Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue and the Institutional and Economic Instruments for Sustainable Water Management in the Mediterranean Basin ; " Institutional framework and decision-making practices for water management in Algeria :Towards the development of a strategy for water pollution prevention and control in the Seybouse River Basin", March 2009.

³¹ Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue 2012. The Institutional and Economic Instruments for Sustainable Water Management in the Mediterranean Basin ; Institutional framework and decision-making practices for water management in Algeria :Towards the development of a strategy for water pollution prevention and control in the Seybouse River Basin", March 2009.

³² Site web de l'Arcelor Mittal: <www.arcelormittal.com/tubular/annaba-51.html>.



Figure 3.1 : Bassin de la Seybouse : sous bassins et bassin principal



Source : Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue (2012).

19. L'agriculture consomme environ 60% de l'eau disponible, tandis que les secteurs domestique et industriel en utilisent environ 40%. Près des deux tiers (2/3) des eaux souterraines sont utilisées pour l'irrigation et un tiers pour l'eau potable et industrielle. La surface agricole utile de Annaba est de 48.177 ha,³³ celle de Guelma est estimée à 187.338 ha³⁴ et celle de Oum El Bouaghi à 283.000 ha.³⁵
20. Le Bassin de la Seybouse est aussi soumis à une déforestation intense qui affecte la biodiversité. Cette déforestation est due à l'expansion urbaine, au défrichement à des fins agricoles et urbaines, aux incendies qui ont atteint à Guelma 1.742 ha en 2012 soit 5,4 % de la richesse forestière de 32.098 ha.³⁶ Dans la Wilaya de Annaba, la forêt qui couvre 75.424 ha est aussi soumise à des incendies et au défrichement. Dans la Wilaya de Oum el Bouaghi, 12% soit 75.750 ha, de la surface totale (618.800 ha) sont occupés par la forêt.³⁷

³³ Monographie des Wilayas : <www.monographies-algerie.caci.dz/index.php?page=annaba#pr29>.

³⁴ Rapport sur l'État de l'Environnement de la Wilaya de Guelma.

³⁵ Commune de Oum El Bouaghi- Schéma Directeur pour la gestion des déchets solides urbains, General Environnement

³⁶ Rapport sur l'État de l'Environnement de la Wilaya de Guelma.

³⁷ Commune de Oum El Bouaghi- Schéma Directeur pour la gestion des déchets solides urbains, General Environnement.



21. La dégradation des sols est aussi un problème sérieux et l'érosion est la principale cause des problèmes d'envasement des réservoirs de stockage. Le Tableau 6.11 illustre les pertes en volume de 5 oueds de la Seybouse qui se montent à 1,5 millions de m³ en 2012.

Tableau 3.1 : Volume des érosions

Sous Bassins	Perte de terre en volume M ³ /an	Référence
Oued Cherf	966.000	Etude faisabilité Barrage Koudiat Horaicha
Bouhamdan	530.000	Donnée Barrage Bouhamdane
Oued Zenati	8.559	Etude Dar Al Handasah
Moyenne Seybouse	4.951	Etude Dar Al Handasah
Haute Seybouse Oued Cherf	4.363	Etude Dar Al Handasah
Total	1.513.873	

Source : ANRH (2013).

22. Par ailleurs, en plus de la pollution urbaine de l'air, la ville d'Annaba, qui est considérée la capitale de la métallurgie, reçoit les retombées de la pollution atmosphérique et olfactive émanant des complexes sidérurgique Mittal Steel d'el Hadjar (précédemment ISPAT) et d'engrais FERTIAL (précédemment ASMIDAL) en amont.

3.2. Pollution du Bassin de la Seybouse

23. Telle que mentionnée ci-dessus, la pollution hydrique de la Seybouse est à la fois d'origine agricole, industrielle et urbaine. La pollution agricole est due à des concentrations de phosphates, nitrates et engrais en lien avec la production agricole et l'élevage bovin.
24. Pour ce qui est des paramètres liés à la qualité de la ressource dans le bassin de la Seybouse, elle a été jugée mauvaise par l'ANRH, pour les deux formes de pollution azotée et phosphorée à l'exception du barrage Hammam Debbagh qui présente une qualité azotée moyenne.³⁸ L'ANRH a déterminé que la qualité organique de la ressources est classifiée 3 et 4 dans la région de Guelma ainsi qu'en aval de l'Oued à Annaba.³⁹ La qualité de l'eau mesurée sur la période 1998-2003⁴⁰ a montré une augmentation de divers polluants provenant des sources agricoles, industrielles et domestiques. Une détérioration progressive a été observée durant les 5 années examinées affectant ainsi les eaux de surface et les eaux souterraines. Les mesures le long de l'Oued à Guelma ont

³⁸ Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, qualité des eaux superficielles de 2011.

³⁹ Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) Qualité Organique du Bassin de la Seybouse 2011.

⁴⁰ Commune de Oum El Bouaghi- Schéma Directeur pour la gestion des déchets solides urbains, General Environnement.



montré des concentrations de DCO variant de 45-70 mg/l, de DBO₅ de 5-15mg/litre témoignant d'une pollution excessive. De même, une étude⁴¹ sur la présence des métaux lourds dans les sédiments de l'Oued à Annaba a montré qu'à une profondeur de 50 cm, des métaux lourds (fer, zinc, manganèse, nickel, chrome et plomb) ont été détectés. Ces métaux lourds ont tendance à contaminer la plaine agricole d'Annaba.

25. La pollution industrielle est liée principalement aux rejets industriels non traités et notamment les rejets des zones industrielles de Bouchegouf et d'El Hadjar dont les volumes ne sont pas connus avec précision.⁴² Une étude a estimé que les rejets industriels en mer sont de 4,5 millions de m³/an dont 3.0 millions de m³ sont des huiles usagées.⁴³ Un échantillon de 86 unités industrielles dans la région a montré que 8 unités traitent leurs eaux industrielles.⁴⁴ Une caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la Zone de El Hadjar-Annaba, située à 10 km de la ville de Annaba à l'aval du bassin et qui comprend des unités de sidérurgie, une cimenterie, une usine de papier et plastiques et des unités agro-alimentaires, a montré une forte concentration des matières en suspension variant entre 30-598 mg/litre (norme 30 mg/l), et une forte charge en DBO₅ et DCO de 390 mg/l dépassant largement les normes algériennes de rejet.⁴⁵ Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) a recensé 615 unités industrielles au niveau du bassin et a engagé un bureau d'études pour le contrôle de la pollution dans le Bassin de la Seybouse. Cette étude qui est en cours, a pour but de déterminer les unités les plus polluantes suivant des critères de sélection, d'élaborer des études de prétraitement dans les Wilayas d'El Tarf, Guelma et Annaba, de dimensionner trois stations d'épuration (STEP), l'une à Guelma et deux autres à Annaba, de dimensionner les réseaux de collecteurs vers les 3 STEPs et de préparer les dossiers d'appels d'offre des stations d'épuration et des collecteurs à réaliser au niveau de chaque zone industrielle.
26. La pollution urbaine est due principalement aux rejets d'eaux usées non traitées. Annaba dispose d'un réseau d'assainissement dans un état dégradé, ce qui donne naissance à des inondations en hiver tout en étant la cause principale de la pollution. La station d'épuration (STEP) de Annaba,⁴⁶ troisième à l'échelle nationale, a une capacité de 83.620 m³/jour pour 683.000 équivalents habitants. Actuellement la station traite uniquement 40.000 m³/jour. Des prélèvements dans la zone industrielle de Annaba ont montré la présence de métaux lourds tels que le chrome polluant les eaux souterraines.⁴⁷ A Guelma, la station d'épuration traite 26.450 m³/jour en traitement primaire

⁴¹ Achour Louhi, Atika Hammadi and Mabrouka Achouri, *Air, Soil and Water Research* 2012:5 91–101: <www.la-press.com/determination-of-some-heavy-metal-pollutants-in-sediments-of-the-seybo-article-a3381>.

⁴² Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, qualité des eaux superficielles de 2011.

⁴³ Noui, Net Kadour B, « Annaba face aux risques urbain et technologiques : Quel Avenir ; <umc.edu.dz/vf/images/ville%20et%20sante/TEXTES%20COLLOQUE%20LAUTES%20Avr%20Mai%202011/AXE%205%20Ville%20et%20risque%20urbain/NOUI%20NASSIRA.pdf>.

⁴⁴ Commune de Oum El Bouaghi- Schéma Directeur pour la gestion des déchets solides urbains, General Environnement.

⁴⁵ Hazourli, S, Boudiba L, et Ziati M, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, pp. 45-55.

⁴⁶ http://www.vitamedz.com/annaba-traitement-et-epuration-des-eaux-usees/Articles_15688_411463_23_1.html

⁴⁷ Khérici-Bousnoubra, H.; Khérici, N.; Derradji, E.; Rousset, C.; Caruba, R. *Environmental Geology*; June 2009, Vol. 57 Issue 7, p 1619.



quoique sa capacité est de 43.388 m³/jour⁴⁸ pour 200.000 équivalents habitants. Les eaux épurées sont déversées directement dans le milieu récepteur naturel de l'Oued Seybouse. Elles sont partiellement réutilisées pour l'irrigation. Les eaux usées des petites localités ne sont pas traitées et sont rejetées dans les oueds.

27. La pollution urbaine est due aussi partiellement aux déchets communaux, industriels et spéciaux (dangereux). La quantité de déchets communaux est estimée à 480.000 tonnes par an pour la population du Bassin sur la base de la génération d'une moyenne de 0,6 kg/habitant/jour.⁴⁹ La majorité de ces déchets (environ 80-85%) sont enfouis soit dans les décharges sauvages qui génèrent une quantité importante de lixiviat s'écoulant dans les zones périphériques et les oueds limitrophes, soit dans les centres d'enfouissement technique (CET) qui ont été construits avec l'assistance technique et financière du MATE. Dans la Wilaya de Annaba, on compte : un CET d'une capacité de 400.000 m³ (environ 120.000 tonnes) pour les communes d'Annaba, d'El Bouni, de Sidi Amar avec deux casiers supplémentaires dont l'aménagement est en cours ; et 4 décharges contrôlées d'une capacité totale de 278.000 m³ (environ 83.400 tonnes) localisées à Aïn-Berda, Berrahal, Chétaïbi et Séraïdi.⁵⁰ Il existe aussi 20 décharges sauvages, qui sont constituées en majorité de déchets inertes (décombres, déchets de constructions, etc.), dont la plus grande et la plus polluée est celle de Berka-Zerga située à 22 Km de la ville d'Annaba et recevait environ 550 tonnes/jour de déchets solides d'origine urbaine et industrielle, stockés directement sur le sol. Une étude sur l'impact de la décharge de Berka-Zerga, dans la plaine de l'Oued Zeid a montré la contamination des eaux souterraines par les métaux lourds tels que cuivre, plomb, et chrome avec des concentrations supérieures à celles établies par l'OMS.⁵¹ Le site de cette ancienne décharge sauvage bénéficie d'une opération à gestion centralisée (MATE) portant sur sa réhabilitation et fermeture avec un taux de réalisation de 35% à fin 2013. Par ailleurs, un centre de dépôt des déchets inertes de la wilaya a été réalisé, et est en exploitation au niveau de la localité de Draa Errich, Commune de Oued El Aneb.
28. La Wilaya de Guelma a un CET d'une capacité de 130 tonnes⁵² par jour soit 47.450 tonnes/an qui couvrent les besoins de 8 communes et qui correspond au tiers de la génération de 360 tonnes par jour pour cette Wilaya. De même, Guelma dispose de 27 décharges sauvages,⁵³ dont la décharge sauvage d'Héliopolis d'une superficie de 4 ha avec une accumulation d'environ 30.000 m³ (9.000 tonnes) de déchets solides et qui est située tout près de l'Oued Seybouse. A El Tarf, la décharge

⁴⁸ Site web : <www.vitamedz.com/la-station-d-epuration-de-guelma-operationnelle/Articles_15688_88490_24_1.html>.

⁴⁹ Kahila Y et Gounine : Rapport Pays sur la gestion des déchets municipaux en Algérie. SWEEP NET, 2010.

⁵⁰ Site web du journal : <www.lestpublicain-annaba.com/article/?id=4611>

⁵¹ S. Djorf, A. Fougou, H. Majour, L. Belloulou, A. Hani, L. Djabri., Communication Science & communication technologie N° 8. Janvier 2010.

⁵² Site web : <www.lemaghreb.dz.com/?page=detail_actuallite&rubrique=Nation&id=42091>.

⁵³ Rapport sur l'État de l'Environnement de la Wilaya de Guelma.



sauvage de Metroha occupe une surface de 12 ha et contient 5.040 tonnes de tous genres de déchets y compris les déchets hospitaliers. La production journalière est estimée à 12,9 tonnes.⁵⁴

29. Concernant la concentration des principaux polluants de l'air ambiant dans l'agglomération d'Annaba provenant de sources fixes (usage domestique, énergie et industries) et non-fixes (modes de transport), les PM_x, NO_x, SO_x, O₃ et le plomb sont prévalent et la moyenne annuelle de ces polluants dépasse les normes de l'OMS mais en partie les normes algériennes qui sont moins contraignantes (voir Annexe II). Par ailleurs, la trace de certains de ces polluants se retrouve dans les lacs, les barrages, les retenues collinaires et dans les nappes phréatiques après le passage des pluies notamment acides, le transfert de ces polluants et leur dilution.⁵⁵
30. En résumé, la qualité de la ressource en eau est largement affectée par les sources de pollution hydrique et atmosphérique d'origine anthropogénique et se synthétise comme suit:
- les rejets d'eaux industrielles non traitées ;
 - les rejets des eaux traitées issues des STEP s ;
 - les rejets d'eaux usées urbaines non traitées ;
 - le drainage d'eaux usées rurales non traitées ;
 - le drainage des pesticides, phosphates et nitrates utilisés dans les activités agricoles ;
 - le drainage des eaux usées dues aux activités d'élevage ;
 - le drainage des abattoirs ;
 - la contamination des sols, des eaux de surface et des eaux souterraines par des métaux lourds ;
 - les émissions atmosphériques surtout industrielles et leur transfert vers les sols, les lacs, les barrages, les retenues collinaires et dans les nappes phréatiques du fait des ruissellements suite au passage des pluies ;
 - le drainage issu des déchets solides et des lixiviats surtout durant la saison des pluies ; et
 - la pollution atmosphérique à Annaba due aux sources non-fixes (transports notamment de l'utilisation de l'essence au plomb) et surtout aux sources fixes notamment les industries métallurgiques et les engrais phosphatés et azotés.

3.3 Cadre Organisationnel et Institutionnel du Bassin de la SEYBOUSE

31. Les institutions publiques responsables de la gestion et/ou contribuant au contrôle de la pollution du Bassin de la Seybouse sont:

-Au niveau national :

- Le Ministère des Ressources en Eau et ses Directions centrales, ainsi que les établissements publics sous tutelle tels que : l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), l'Agence

⁵⁴ Schéma directeur de gestion des déchets solides urbains de la commune de El Tarf.

⁵⁵ Chaffai, Hicham et Wafa Mourdi. 2011. État de la Pollution Atmosphérique dans la Région D'Annaba et son Impact sur L'eau et L'environnement. Science lib Editions Mersenne : Volume 3, N ° 110803.



Nationale des Barrages et Transferts (ANBT), L'Algérienne des Eaux (ADE), l'Office National de l'Assainissement (ONA) et L'Agence Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE).

- Le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville.
- Le Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière (MdSPRH).

Au niveau régional:

- L'Agence de Bassin Hydrographique Constantinois-Seybouse-Mellègue.
- La Direction régionale de l'ANRH.
- **Au niveau des Wilayas :**
- La Direction des Ressources en eau couvrant le territoire du Bassin de la Seybouse.

A. Niveau National

32. **Le Ministère des Ressources en Eau (MRE)** a les compétences nécessaires pour l'ensemble des activités liées à l'évaluation des ressources en eau, à la réalisation, l'exploitation et la maintenance des ouvrages et installations hydrauliques pour tous les usages domestiques, agricoles et industriels ainsi qu'à l'assainissement, l'épuration et la réutilisation des eaux usées. Le MRE initie toutes mesures régissant notamment la sauvegarde, la préservation et l'utilisation rationnelle des ressources en eau ainsi que la protection du patrimoine hydraulique. Le MRE dispose actuellement d'une direction générale et de 10 directions parmi lesquelles :

- a) La Direction des Études et des Aménagements Hydrauliques (DEAH), qui est le point focal du projet SWIM-SM, est chargée notamment de préparer et de mettre à jour l'inventaire et l'évaluation des ressources en eau et des superficies irrigables, d'élaborer les schémas d'aménagements hydrauliques au plan national et régional et de mettre en place avec les structures concernées le système intégré d'information sur l'eau.
- b) La Direction de la Mobilisation des Ressources en Eau (DMRE) est responsable notamment de l'élaboration et de l'application de la réglementation en matière de gestion et d'exploitation des ressources en eau conventionnelles et non-conventionnelles, et du développement des systèmes de surveillance de la qualité des eaux.
- c) La Direction de l'Alimentation en Eau Potable (DAEP) est responsable de la mise en œuvre des actions de développement des infrastructures pour couvrir les besoins en eau potable et industrielle, de l'organisation de la gestion du service public de l'eau potable et de toute action de préservation et d'utilisation rationnelle et d'économie de l'eau.
- d) La Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (DAPE) est responsable notamment, d'initier et de mettre en œuvre toutes actions visant la protection des ressources hydriques contre toute forme de pollution; le développement des infrastructures de collecte, d'épuration et de réutilisation des eaux usées et pluviales.
- e) La Direction de l'Hydraulique Agricole (DHA) est responsable notamment de mettre en œuvre la politique hydro-agricole en matière d'irrigation et de drainage; et le développement des infrastructures d'irrigation et de drainage ; elle élabore et veille à l'application de la réglementation en matière d'exploitation des infrastructures d'hydraulique agricole.



f) La Direction des Ressources Humaines, de la Formation et de la Coopération (DRHFC) est chargée de participer et d'apporter son concours dans toutes les négociations internationales, bilatérales et multilatérales liées aux activités relevant du secteur.

33. Les établissements publics nationaux sous tutelle du MRE sont :

a) **L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)**⁵⁶ est chargée notamment:

- d'inventorier les ressources en eaux de surface et souterraines du pays;
- de tenir à jour les bilans des ressources en eau de surface et souterraines et de leur emploi ;
- de concevoir, d'installer et de gérer des réseaux de surveillance des eaux de surface et des nappes souterraines;
- de dresser les cartes thématiques des ressources des eaux de surface et souterraines;
- de veiller à la conservation qualitative et quantitative des ressources en eau superficielles et souterraines ;
- de mettre en place et gérer un réseau de prévision des crues ;
- de réaliser l'inventaire des ressources souterraines destinées à être mis en valeur par l'irrigation et le drainage, et d'étudier l'évolution de la salinité des sols et des nappes superficielles dans les périmètres irrigués.

b) **L'Agence des Barrages et Transferts (ANBT)**⁵⁷ assure la maîtrise d'ouvrage déléguée des programmes d'infrastructure de mobilisation et de transfert des eaux superficielles. Elle est également chargée de veiller à la préservation et à la protection des retenues d'eau en exploitation et de mener toutes interventions de maintenance, d'auscultation et de contrôle technique des barrages.

c) **L'Algérienne des Eaux (ADE)** est chargée du service public de l'eau potable et industrielle sur tout le territoire national, à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielle ainsi que le développement et le renouvellement des infrastructures.⁵⁸

d) **L'Office National de l'Assainissement (ONA)** assure la maîtrise d'ouvrage déléguée des infrastructures d'assainissement ainsi que la gestion, l'exploitation, la maintenance et le renouvellement de tous ouvrages et installations destinés à l'assainissement et notamment, les réseaux de collecte des eaux usées, les stations de relevage, les stations d'épuration, les émissaires de rejet.⁵⁹

⁵⁶ Site web: <www.anrh.dz> et <www.mre.dz>.

⁵⁷ Sites web: <www.anbt.dz/pres.php> et <www.mre.dz>.

⁵⁸ Site web: <www.mre.dz/index.php?action=formunik&type=sous_menu&idformunik=48>.

⁵⁹ Site web: <www.mre.dz/index.php?action=formunik&type=sous_menu&idformunik=49>.



- e) **L'Agence Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE)** créée en 2011, et pas encore fonctionnelle, cette agence a pour mission de mettre en œuvre les actions concourant à une gestion intégrée des ressources en eau. Elle est notamment chargée de réaliser les études et recherches pour le développement de la gestion intégrée des ressources en eau, et de développer et coordonner le système de gestion intégrée de l'information sur l'eau à l'échelle nationale. Les démembrements territoriaux de cette agence sont constitués par les 5 agences de bassins hydrographiques.
34. **Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)** a des compétences dans le domaine de la protection des milieux récepteurs hydriques. Dans ce cadre, une étude est en cours sur le contrôle de la pollution industrielle du Bassin de la Seybouse. Le MATE a mis en œuvre une approche de contrats de performance avec les entreprises polluantes qui a pour objectifs de réduire progressivement les quantités de rejets et d'émissions polluantes et d'établir des procédures d'autocontrôle et de surveillance. A ce titre, le MATE a mis en place le Fonds National de l'Environnement et de Dépollution (FEDEP)⁶⁰ pour fournir des incitations financières aux entreprises et aux collectivités locales dans leurs opérations de dépollution industrielle et urbaine. Au sein du MATE, la structure en charge de la politique environnementale urbaine est responsable de mettre en œuvre le Programme National de Gestion intégrée des Déchets Communaux (PROGDEM) qui vise à éradiquer les décharges sauvages dans 40 villes, dont Annaba, Guelma, El Tarf, Skikda et Oum El Bouaghi, et d'élaborer des schémas directeurs des centres d'enfouissement technique dans ces villes.
35. **Le Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière** est notamment responsable, au titre de la protection de la santé publique, de la lutte contre les maladies à transmission hydrique ainsi que du contrôle de la qualité de l'eau de consommation humaine. Ces attributions sont exercées à travers la direction générale de la prévention et de la promotion de la santé, dans laquelle la direction de la prévention socio-environnementale est chargée d'élaborer des programmes de prévention visant à réduire les maladies transmissibles et non transmissibles.⁶¹
36. **D'autres ministères** interviennent en tant qu'utilisateurs tels que :
- **Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)** qui est notamment responsable de la promotion de l'irrigation en petite et moyenne hydraulique ainsi que des techniques tendant à l'économie de l'eau dans le cadre du plan national de développement agricole (PNDA) et du FNRDA (Fonds National de Régulation du Développement Agricole) ;
 - **Le Ministère de l'Industrie;** et
 - **Le Ministère du Tourisme.**
37. L'ensemble des ministères précités sont également représentés, avec d'autres secteurs et organismes nationaux, au sein du **Conseil National Consultatif des Ressources en Eau (CNCRE)**, créé

⁶⁰ Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville : Rapport National sur l'Etat et l'Avenir de l'Environnement (RNEAE), 2007.

⁶¹ Site web: <www.sante.gov.dz/>.



par décret n°08-96 du 15 mars 2008, en application de la loi relative à l'eau. Le CNCRE est un organisme de coordination Institutionnelle qui émet des avis notamment sur les objectifs du plan national de développement sectoriel à long terme.

B. Niveau Régional

38. **L'Agence de Bassin Hydrographique (ABH) Constantinois-Seybouse-Mellègue** est l'une des 5 ABHs (Oranie-Chott Chergui, Cheliff-Zahrez, Algérois-Hodna-Soummam, Constantinois-Seybouse-Mellègue et Sahara) qui ont été mis en place en 1996. L'ABH est chargée⁶² de développer le système d'information sur l'eau à l'échelle du bassin hydrographique, d'établir des instruments d'aide à la décision en matière de planification à long terme (PDARE) et de gestion intégrée des ressources en eau; de gérer le système de redevances d'utilisation des ressources en eau, et le système d'aides financières aux actions d'économie de l'eau et de préservation de sa qualité.
39. Au titre des sujétions de service public, financées par des subventions, l'ABH assure notamment la surveillance à l'évaluation des paramètres quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau et des milieux hydriques naturels. L'ABH est également chargée d'organiser toutes actions d'information et de sensibilisation sur l'économie de l'eau et la préservation de sa qualité.
40. Actuellement, par insuffisance de ressources humaines et financières adéquates, l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue ne peut remplir toutes les missions qui lui sont attribuées notamment celles qui devraient être financées par subvention pour sujétion de service public.
41. Un Comité de Bassin⁶³ est adossé à l'ABH pour donner un avis notamment sur le PDARE; il est composé de 35 membres représentant l'administration, les collectivités locales, les organismes locaux des services de l'eau, les organismes professionnels et les usagers.
42. **L'ANRH de Constantine** est un démembrement régional de l'ANRH nationale.

C. Niveau Wilaya

43. **La Direction des Ressources en Eau de la Wilaya (DREW)**⁶⁴ a pour rôle, sous l'autorité du Wali, de veiller à la sauvegarde, la préservation et la protection du domaine public hydraulique; de veiller à l'utilisation rationnelle des ressources en eau, et à l'application de la réglementation dans les domaines de l'eau potable, de l'assainissement et de l'hydraulique agricole. La DREW recueille et analyse les données sur la production et la distribution de l'eau pour les usages domestique, industriel et agricole, et de tenir à jour le fichier sur les ressources en eau superficielles et souterraines.
44. En conclusion, les diagnostics et analyses qui ont été entrepris par ce grand nombre d'institutions permettent de tirer trois points principaux:

⁶² Site web: <www.mre.dz>.

⁶³ Abdallah Bouchedja, DG of the ABHSCM, EURO-RIOB 2012, 10eme Conférence Internationale, Istanbul, Turquie, 17-19 Octobre 2012.

⁶⁴ Site web: <www.mre.dz>.



- La pollution de nature diverse est aigüe et les eaux souterraines et superficielles du bassin sont polluées.
 - Les institutions et agences chargées des programmes et rapports techniques sur le bassin de la Seybouse ne remplissent pas totalement leur mission concernant la mise à disposition et l'échange des informations et études sur la qualité, la quantité, l'utilisation et la valorisation des ressources en eau. A titre d'exemple, aucun rapport hydrographique ou monographique sur l'ensemble du Bassin de la Seybouse n'est disponible. La coordination et les échanges d'informations et d'expérience sur le bassin doivent être renforcés entre ces institutions.
 - Les appréciations qualitatives et quantitatives des impacts de la dégradation sur les ressources naturelles ne sont généralement pas suffisamment cernées d'un point de vue technique, et les évaluations économiques de ces impacts sont quasiment inexistantes.
45. C'est dans ce contexte de manque d'évaluations techniques et économiques des impacts que s'inscrit l'évaluation des coûts de la dégradation et dans certains cas de la restauration des ressources en eau du Bassin de la Seybouse. Cette évaluation permet ainsi de quantifier, même de façon approximative, et de donner un ordre de grandeur des coûts économiques associés aux impacts environnementaux pour en tirer un manque à gagner régional et national. Cette évaluation, à travers la ventilation sectorielle des coûts de dégradation et de la rentabilité des alternatives du coût de la restauration, permet également d'aider les décideurs à établir des priorités sectorielles.



4. Revue des Coûts de la Dégradation Environnementale en Algérie

46. De nombreuses études sur la dégradation de l'environnement à l'échelle nationale, régionale et sectorielle ou sur les avantages tirés suite à une réduction de la pollution ont été réalisées en Algérie au cours des douze dernières années. Les résultats de ces évaluations, qui couvrent d'habitude une année de base, sont illustrés dans la Figure 4.1.
47. Le projet METAP/Banque mondiale,⁶⁵ l'Economic Research Forum en Egypte et la Commission européenne ont estimé le coût de la dégradation de l'environnement au niveau national, en utilisant chacun des méthodologies différentes. Les résultats sont comme suit :
- **En 2002, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** a publié le Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD). Le **METAP/Banque mondiale** a contribué au PNAE-DD en couvrant notamment la partie ayant trait au **coût de la dégradation de l'environnement en utilisant les données de l'année 1999 couvrant 6 catégories : air ; eau ; déchets ; sols et biodiversité ; zones côtières et patrimoine culturel ; et environnement global.**⁶⁶ Ces coûts ont été estimés en 1999 à 97 milliards de DA par an, soit 3,6% du PIB. A cela s'ajoute le coût des dommages sur l'environnement global estimé à près de 1,2% du PIB. Le coût de la dégradation due à l'eau a été estimé à 0,8% du PIB soit 21 milliards de DA en 1999. En comparaison avec d'autres pays de la région, ces coûts sont relativement moyens en termes de pourcentage du PIB parmi les 7 pays de la Région du Mashrek et du Maghreb où le coût de la dégradation a été évalué. Cependant, ces coûts ne sont pas négligeables et indiquent que les dommages les plus importants se situeraient dans deux domaines : (i) la santé publique, en particulier en ce qui concerne les maladies hydriques liées au manque d'assainissement dans le milieu rural, les maladies respiratoires liées à la pollution de l'air ainsi que l'impact du manque d'élimination et de traitement des déchets ; et (ii) la productivité des ressources naturelles, notamment la perte de productivité agricole due à la dégradation des sols, et l'impact sur les valeurs immobilières dû au manque d'élimination et de traitement des déchets.⁶⁷
 - **En 2004, la Banque mondiale** a produit un rapport intitulé Vers l'atteinte des objectifs de durabilité environnementale en Algérie. Les pertes économiques dues à la mauvaise qualité de l'eau, au taux de raccordement au réseau d'eau et d'assainissement ont été calculées en suivant la méthodologie développée par l'OMS. Les pertes ont été évaluées en moyenne à 591 millions de \$EU équivalent à 0,9% du PIB en 2003 dont 76% était attribuable à la santé. Par ailleurs, des scénarios de réduction de ce coût ont été calculés en considérant une meilleure qualité de l'eau

⁶⁵ Site web de la Banque mondiale: <www.worldbank.org>.

⁶⁶ MATE (2002).

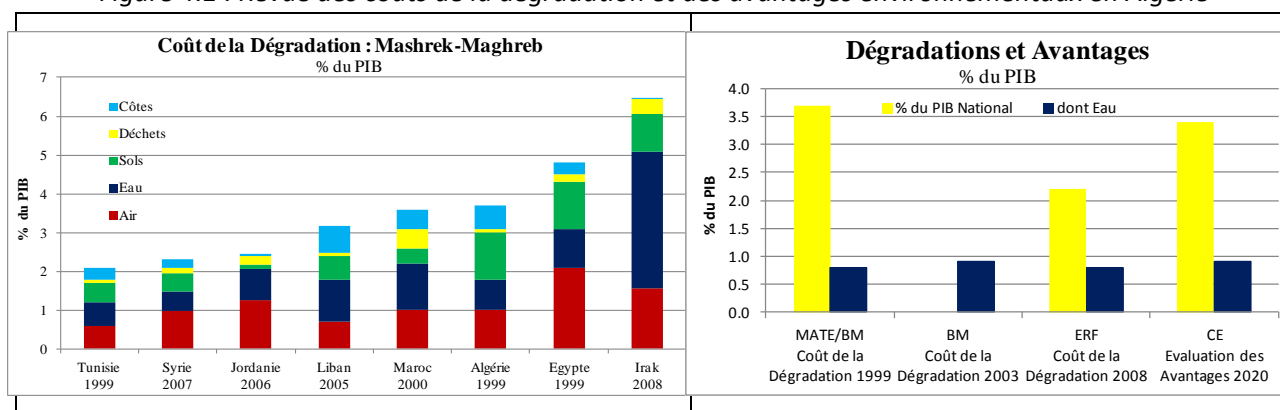
⁶⁷ Il est important de noter que la faiblesse relative du coût de la dégradation de l'environnement dû au problème de gestion des déchets est essentiellement dû au fait qu'il n'a pas été possible d'entamer une estimation exhaustive de l'impact des déchets sur la santé et les ressources naturelles. Ainsi, l'impact du manque de traitement des déchets industriels et hasardeux n'est pas inclus dans l'estimation.



potable ainsi qu'une augmentation du taux de raccordement de la population au réseau d'eau et d'assainissement.

- En 2011, l'Economic Research Forum a ré-estimé le coût de la dégradation couvrant 3 catégories : air ; eau (maladies hydriques) ; et dégradation des terres agricoles.⁶⁸ Les coûts ont été estimés à environ 3,6 milliards de \$EU équivalent à 2,2% du PIB total dont l'impact sur l'eau était aux environs de 0,8% PIB soit 1,4 milliards de \$EU pour les maladies hydriques en 2008. Malgré que cette estimation ait été calculée 10 ans après celle de la Banque mondiale, cette évaluation est du même ordre de grandeur que celle estimée par l'étude de la Banque mondiale qui se réfère à 1999.
- En 2011, la Commission européenne a estimé les avantages accrus pour l'environnement couvrant 5 catégories : air ; eau ; nature ; déchets ; et environnement global.⁶⁹ Les avantages tirés ont été estimés à 4% du PIB de 16,2 trillions de DA en 2020 aux prix de 2008 au cas où la pollution venait à être réduite de ±50% en 2020 par rapport à 2008. La part de l'eau dans ces avantages a été estimée à 0,9% du PIB de 2020 soit 145 milliards de DA comprenant les maladies hydriques ainsi que la dégradation des ressources en eau. En d'autres termes, dans le cas où la pollution ne pourrait pas être réduite de 50% en 2020, le coût de la dégradation considéré comme un avantage perdu pourrait atteindre au minimum l'équivalent de 4% du PIB en 2020.

Figure 4.1 : Revue des coûts de la dégradation et des avantages environnementaux en Algérie



Source : MATEV (2002) ; Banque mondiale (2004) ; ERF (2011) ; EC ENPI (2011) ; et Auteurs.

48. L'étude du coût de la dégradation des ressources en eau du Bassin de la Seybouse tiendra compte de ces estimations préalables mais se focalisera pertinemment sur les dommages causés par la pollution hydrique et par la dégradation des ressources naturelles.

⁶⁸ ERF (2011).

⁶⁹ EC ENPI (2011).



5. Méthodologie, Calibrage et Limites de l'Évaluation, et Catégorie

49. Les coûts de la dégradation ont été évalués en utilisant les données disponibles dont la source ne peut pas être entièrement fiable. De plus, les lacunes dans les données ont nécessité de faire plusieurs hypothèses. Les résultats sont donc considérés **à titre indicatif** et permettent de fournir un ordre de grandeur. Cependant, les résultats sont considérés comme utiles afin de montrer le potentiel en valeurs relatives et peuvent ainsi avoir un usage comparatif.
50. Par ailleurs, il est difficile de délimiter de façon précise la dégradation de l'environnement qui est strictement d'origine naturelle et celle qui est strictement d'origine anthropogénique. Dans certains cas de figure, il y a chevauchement entre les deux causes de la dégradation où se produit un renforcement mutuel comme par exemple, la salinité naturelle des sols et de l'eau qui est exacerbée par les pratiques humaines.

Méthodologie

51. Les techniques d'estimation d'impact et d'évaluation économique retenues sont principalement dérivées des méthodes éprouvées et synthétisées dans le Manuel de la Banque mondiale sur le Coût de la Dégradation,⁷⁰ le Manuel de la Commission européenne sur le Benefit Assessment⁷¹ ainsi que d'autres manuels et sources de référence comme les publications de The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), elles aussi financées par la Commission européenne en coopération avec le Gouvernement allemand.⁷² Les principales méthodes d'estimation d'impacts se regroupent autour de 3 piliers (Figure 5.1):

Changement dans la production.

Changement de l'état de santé avec la dose-réaction afin d'établir la fonction entre polluant (inhalation, ingestion, absorption ou exposition) et maladie.

Changement de comportement avec deux sous-impacts: préférences révélées; et préférences énoncées.

52. Les méthodes d'évaluation économique sont regroupées sous chaque pilier et sont illustrées dans la Figure 5.1.
53. Pour le changement dans la production, trois méthodes sont suggérées :
- Valeur des changements dans la productivité comme par exemple une baisse de la productivité agricole due à la salinité et/ou la perte de matières nutritives dans les sols;
 - Approche du coût de l'opportunité comme par exemple le manque à gagner à ne pas réutiliser et revendre les matières recyclées des déchets ;

⁷⁰ Site web de la Banque mondiale : <www.worldbank.org>.

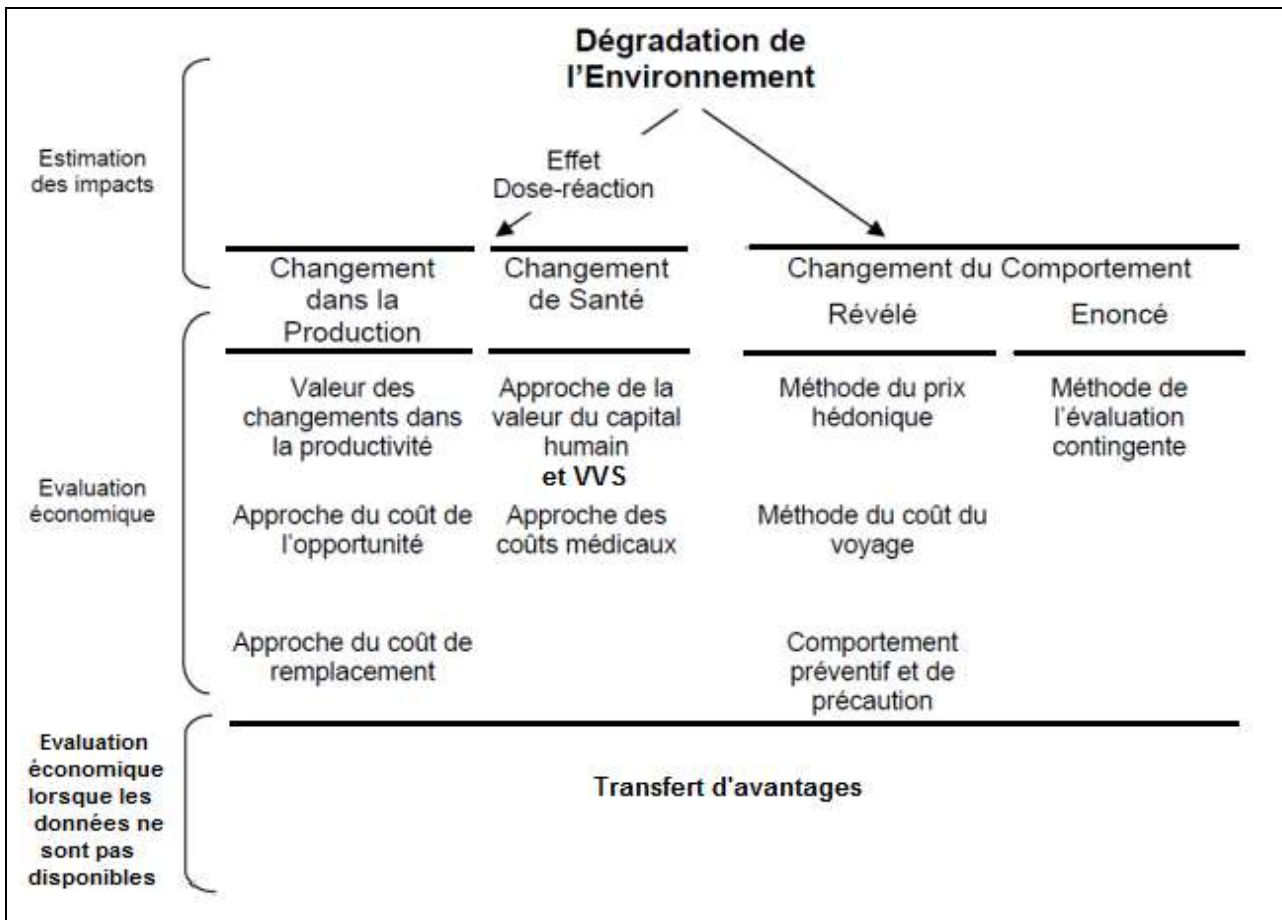
⁷¹ Site web de l'EC ENPI BA : <www.environment-benefits.eu>.

⁷² Site web de TEEB: <www.teebtest.org>.



- Approche du coût de remplacement lorsque par exemple le coût de la construction d'un barrage qui doit remplacer un barrage qui a été ensablé.
54. Pour le changement de l'état de santé, deux méthodes sont suggérées :
- Valeur associée à la mortalité à travers 2 méthodes: le manque à gagner future dû à un décès prématuré; et le consentement à payer pour réduire le risque de mort prématurée. Seule, cette dernière méthode est utilisée dans cette étude.
 - L'approche des coûts médicaux comme par exemple les coûts engendrés lorsqu'un enfant de moins de 5 ans est pris à l'hôpital pour être guéri d'une diarrhée.
55. Pour le changement de comportement, deux méthodes sont suggérées :
- Comportement révélé en dérivant des coûts associés au comportement : coût hédonique pour par exemple les coûts de terrains autour d'une décharge ; méthode du voyage en essayant de dériver les coûts du voyage pour visiter un lieu spécifique comme la réserve naturelle de Béni Salah dans la Wilaya de Guelma ; comportement préventif comme lorsqu'un ménage achète un filtre pour l'eau potable.
 - Comportement énoncé où une évaluation contingente permet de dériver un consentement à payer grâce à une enquête comme par exemple, améliorer la qualité des ressources en eau.
56. Au cas où les données ne sont pas disponibles, un transfert d'avantages peut être effectué d'études ayant été faites dans d'autres pays en ajustant les résultats pour le différentiel du revenu, d'éducation, de préférence, etc. Les résultats d'origine reposent sur l'une des méthodes d'évaluation économique des 3 piliers susmentionnés.

Figure 5.1 : Estimation des impacts et évaluation économique



Source : Adapté de Bolt et al. (2005).

57. L'année de base 2012 a été retenue pour l'estimation des coûts de la dégradation. L'évaluation des avantages (coût de la dégradation réduite sur une année) sera utilisée pour dériver les coûts de la restauration qui sont calculés pour certaines sous-catégories prioritaires. Les coûts de la restauration reposent sur une analyse coûts/avantages (C/A) estimée au cas par cas et qui couvre la durée de vie de chaque investissement (les coûts d'investissement et le flux des avantages générés lors de la restauration) lorsque celui-ci est considéré dans l'évaluation. Trois indicateurs sont pris en compte dans l'analyse C/A afin de déterminer la rentabilité du projet avec un taux d'escompte économique de 10% :

- La valeur actualisée nette (VAN) qui est la différence entre les avantages et les coûts totaux actualisés;
- Le taux de rendement interne (TRI), qui est le taux d'actualisation qui remet à zéro la VAN ou, le taux d'intérêt qui rend la VAN de tous les flux monétaires égal à zéro ; et

Le ratio A/C, qui est le rapport de la valeur actualisée des avantages sur la valeur actualisée des coûts au cours de la durée de vie du projet, doit être égal ou supérieur à 1.

Calibrage et Limites de l'Evaluation

En plus des contraintes de ressource et de temps contraignant, les techniques utilisées ont leurs propres limites méthodologiques. En règle générale, dans le processus de recherche des faits, il était clair que la disponibilité, l'accessibilité et l'actualité des informations ont posé de nombreux problèmes qui ont été



cependant surmontés par l'identification et la rencontre des contacts clés au sein des autorités nationales, régionales et locales.

Les résultats permettent une marge d'erreur grâce à des gammes de sensibilité (borne inférieure-borne supérieure) qui ont été prises en compte. En outre, l'analyse marginale a été tentée dans certains cas afin d'évaluer les avantages (réduction du coût de dégradation de l'environnement) et les coûts d'investissement.

La plupart des techniques d'évaluation utilisées ont leurs limites intrinsèques en termes de biais, de prémices hypothétiques, d'incertitude surtout lorsqu'il s'agit de biens non marchands. De plus, les résultats sont bien entendu sensibles au contexte. L'utilisation des transferts d'avantages pourrait donc exacerber le biais des résultats et des incertitudes. Par conséquent, certains résultats sont mentionnés dans le texte et devrait faire l'objet d'une analyse plus approfondie lorsque les investissements seront pris en considération.

Catégories Evaluées

Cinq principales catégories ont été retenues pour l'évaluation du bassin versant: air (Annaba) ; eau ; déchets ; biodiversité ; et le continuum catastrophes naturelles et changements climatiques. Des sous-catégories ont aussi été retenues pour répondre aux divers impacts touchant le bassin versant qui sont illustrées dans le Tableau 5.1. Ainsi, la pollution de l'air n'a été retenue que pour Annaba ainsi que lorsqu'il y a des émissions de gaz à effet de serre (GES) dont notamment les émissions de méthane des décharges. Les effets sur les zones côtières n'ont été couverts que dans la mesure de la pollution du milieu marin (comportement énoncé sur l'amélioration de la qualité des ressources en eau) dans le cadre de cette étude. Par ailleurs, certains investissements considérés pour une sous-catégorie donnée pourraient tout aussi bien avoir un impact positif sur d'autres catégories, par exemple, une meilleure gestion des décharges (sous-catégorie Déchets urbain et rural) pourrait avoir un impact positif sur la sous-catégorie Qualité des ressources en eau et/ou la catégorie Biodiversité.

Ainsi, le coût de la dégradation couvre toutes les sous-catégories alors que le coût de la restauration couvre seulement 4 sous-catégories. Le critère de sélection pour calculer les coûts de la restauration a été basé sur les sous-catégories qui connaissent une dégradation importante.

Les catégories, sous-catégories, impacts et méthodes pour évaluer le coût de la dégradation et de la restauration de l'environnement sont développées dans le Tableau 5.1. La description générale et spécifique des méthodes des sous catégories se trouvent dans les Annexes II à IV.



Tableau 5.1: Catégories, sous-catégories, impacts et méthodes utilisées pour l'évaluation de la dégradation et de la restauration de la Seybouse

Catégorie	Sous-catégorie	Impact	Coûts de la dégradation : méthode utilisée	Coûts de la restauration : Intervention préconisée
Eau	Maladies hydriques : sources améliorées en eau potable, assainissement amélioré et changement de comportement concernant l'hygiène	Maladies liées à l'adduction et la qualité d'eau, l'assainissement et l'hygiène (voir Annexe II pour une liste des maladies hydriques)	CH/VVS et CM	Taux de couverture des sources améliorées concernant l'eau potable, de l'assainissement amélioré et sensibilisation pour l'hygiène
	Qualité et traitement : eau potable en milieux urbain et rural	Préférence du consommateur (eau du robinet vs. eau en bouteille) ; utilisation de filtres ou addition de chlore; purification de l'eau en la faisant bouillir	CR et CC (coûts en sus de traitement)	Déminéralisation de l'eau pour dilution et investissements en amont ; meilleur traitement de l'eau et meilleure qualité de l'eau du robinet ; et ajustement des tarifs/charges
	Qualité des services : eau et assainissement en milieux urbain et rural, et irrigation	Coûts des sources alternatives d'eau (bouteille, citerne, puits, etc.); pertes techniques (pertes financières ne sont pas considérées car le service est rendu mais pas payé) en considérant le coût réel de l'eau (subventions) ; et le temps perdu à transporter l'eau	CR et CO	Meilleure prestation, efficacité des services ; et ajustement des tarifs/charges
	Qualité de la ressource (anthropogénique) : rejets, effluents et eaux de ruissellement (voir Déchets)	Qualité de l'eau de surface affectant : l'usage de l'eau (domestique, agricole, halieutique, industriel et minier) ; l'écosystème du bassin et (eutrophisation, etc.) des zones côtières; les terrains ; et l'éco-tourisme	EC (restauration de la qualité de l'eau)	Investissements dans les STEP, la réduction des rejets industriels (marges) et réduction de l'utilisation de pesticides et nitrates (voir Déchets) ; et ajustement des tarifs/charges
		Qualité de l'eau souterraine affectant : l'usage de l'eau (industriel, agricole et potable) ; l'écosystème du bassin/côte; et l'éco-tourisme	EC et RC (restauration de la qualité de l'eau)	Recharge artificielle pour dilution ; puits de substitution ou dessalement/transport de l'eau
Salinité (anthropogénique et naturelle): eaux de	Salinité des sols, effets sur la santé (voir Qualité et traitement), réduction de la productivité agricole et	CP (productivité agricole)	Augmentation des engrais (mesures à court terme et aménagement du territoire (mesures à long	



Catégorie	Sous-catégorie	Impact	Coûts de la dégradation : méthode utilisée	Coûts de la restauration : Intervention préconisée
	surface et souterraines, environnement marin et sols	halieutique, et effets sur l'écosystème		terme pour réduire la salinité)
	Quantité (anthropogénique et naturelle) : réduction du flux des eaux de surface et abaissement du niveau des nappes souterraines	Surface : utilisation des eaux usées traitées ou non traitées pouvant causer la contamination de la chaîne alimentaire ; et dans les cas extrêmes, besoin de substitution via le dessalement	CP (productivité agricole et coût additionnel de pompage/substitution)	Coûts d'opportunité de l'eau traitée et réutilisée ; et du dessalement/transport de l'eau ; et ajustement des tarifs/charges
		Souterraines : Pompage plus en profondeur, puits de substitution ou dessalement (abaissement rapide ou eau fossile) pour pallier aux besoins domestiques et/ou maintenir la productivité agricole	CP (productivité agricole et coût additionnel de pompage/substitution)	Coûts d'opportunité de l'eau de pompage/substitution ; et ajustement des tarifs/charges
	Erosion et Stockage : gestion est affectée par l'érosion et exacerbée par les changements climatiques	Perte nutritive des terres et ensablement et sédimentation des barrages, des lacs collinaires, des lits des fleuves et des côtes exacerbés par une utilisation inadéquate des sols en amont due à la déforestation, la gestion irresponsable des sols, l'érosion hydrique et éolienne, etc.	CP et RC (dragage ; relèvement des barrages ; ou construction de nouveaux lacs/barrages)	Coûts : Aménagement du territoire pour prévenir/réduire l'érosion
Déchets	Chaîne des déchets solides y compris les boues : urbain, rural, agro-industriel et agricole	Inconfort ; santé ; pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement des lixiviats) ; et impact sur le coût des terrains/bâtisses/appartements	CP, CR, RC, PH et CC	Coûts : de la collecte, des stations de transfert, des stations de séparation et recyclage ; des décharges sanitaires ; et ajustement des tarifs/charges
	Chaîne des déchets médicaux et dangereux	Inconfort ; santé ; pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement toxiques et contamination radioactive) ; et sur le coût des terrains/bâtisses/appartements	Non-couvert	Non-couvert



Catégorie	Sous-catégorie	Impact	Coûts de la dégradation : méthode utilisée	Coûts de la restauration : Intervention préconisée
Air	Pollution atmosphérique à Annaba (anthropogénique) et transferts puis dilution des polluants dans les sols et les ressources hydriques et l'espace marin	Dose-réponse des concentrations annuelles de polluants pour dériver les maladies cardio-pulmonaires ; réduction de la productivité agricole et impact sur les infrastructures, façades, etc.	CH/VVS et CM	Réduction/élimination des subventions sur les hydrocarbures; Elimination du plomb dans l'essence ; Réduction des émissions fixes (industries, énergie, construction, déchèteries, carrières, etc.) et non-fixes (gestion du trafic, élimination des voitures usagers, effet de substitution des transports en commun, etc.)
Biodiversité	Divers empiètements	Perte des écosystèmes et de plantes médicinales	EC méta-analyse; CR	Investissements en amont (voir ici-haut)
Catastrophes naturelles et Environnement global	Inondations, sécheresses, événements extrêmes, etc.	Exacerbation de l'intensité et de la fréquence avec un impact sur : la santé (mortalité, blessures, noyade, maladies contagieuses) ; les biens ; les services ; les infrastructures ; la productivité ; les ressources (lâchage avec réduction de la ressource et effets sur l'écosystème) ; etc.	CH/VVS et CM AR, CP, RC et RC	Etat de préparation et efficacité de la réponse
	Emissions de GES	5 variables du changement climatique et effets sur l'utilisation des sols, l'eau, l'évapotranspiration, l'agriculture, la migration, l'élévation accélérée du niveau de la mer, etc. Dans ce cas précis, seul la séquestration de carbone (feux de forêt) et les émissions évitées de carbone (déchèteries) sont considérées alors que celle attribuable à l'utilisation de fertilisants ne l'est pas.	CP, RC, RC et CC	Divers investissements d'adaptation, de mitigation et de résilience en cours ou en projet

Note: CC: changement de comportement; CM: coût médicaux; CO: coût d'opportunité ; CP: changement de production; CR: coût de restauration; DR: dose-réponse ; PH: prix hédonique; EC: évaluation contingente; CH: capital humain; AR: analyse des risques; RC: coût de remplacement; VVS: valeur d'une vie statistique ; et CC : Crédits carbone. Source: Auteurs.



6. Coût de la Dégradation du Bassin de la Seybouse

6.1 Aperçu Général des Coûts de la Dégradation

58. Les résultats du coût de la dégradation de la Seybouse sont illustrés dans le Tableau 6.1 et la Figure 6.1. Il est à noter que les coûts totaux de la Seybouse sont comparés aussi bien au PIB national (estimé à 16,1 trillions de DA en 2012)⁷³ qu'au PIB de la Seybouse (676 milliards de DA en 2012) qui a été extrapolé en utilisant le PIB par habitant pour le Bassin de la Seybouse (431.566 DA/habitant en 2012) et le multipliant par le nombre d'habitant : 1.565.463. Les résultats désagrégés sont disponibles dans l'Annexe VI.

59. Les coûts de dégradation environnementale de la Seybouse atteignent 28,4 milliards de DA en 2012 avec une variation de 20,7 à 34,8 milliards de DA équivalent en moyenne à 4,2% du PIB de la région du Bassin et de 0,2% du PIB national courant de l'Algérie en 2012. Les coûts attribuables à la santé humaine sont de 7,9 milliards DA en 2012 soit 27,7% du coût de la dégradation de la Seybouse avec 6 milliards de DA pour les maladies hydriques et 1,9 milliards de DA pour les maladies respiratoires dans la région d'Annaba (Tableau 6.1 et Figure 6.1).

Tableau 6.1 : Coût de la dégradation de la Seybouse, 2012 et en millions de DA

Catégories	Seybouse			
	Coût de la Dégradation Millions de DA	%	Borne Inférieure Millions de DA	Borne Supérieure Millions de DA
Eau	20.755	73%	14.298	25.582
Déchets	2.208	8%	1.741	2.621
Air (Annaba)	2.081	7%	1.947	2.634
Biodiversité	72	0%	57	86
Catastrophe naturelle et Environnement global	3.281	12%	2.645	3.917
Total	28.397	100%	20.689	34.840
% PIB Seybouse	4,2%		3,1%	5,2%
% PIB Algérie	0,2%			

Note : La borne inférieure et supérieure permet de prendre en compte les incertitudes associées aux calculs des coûts de la dégradation.

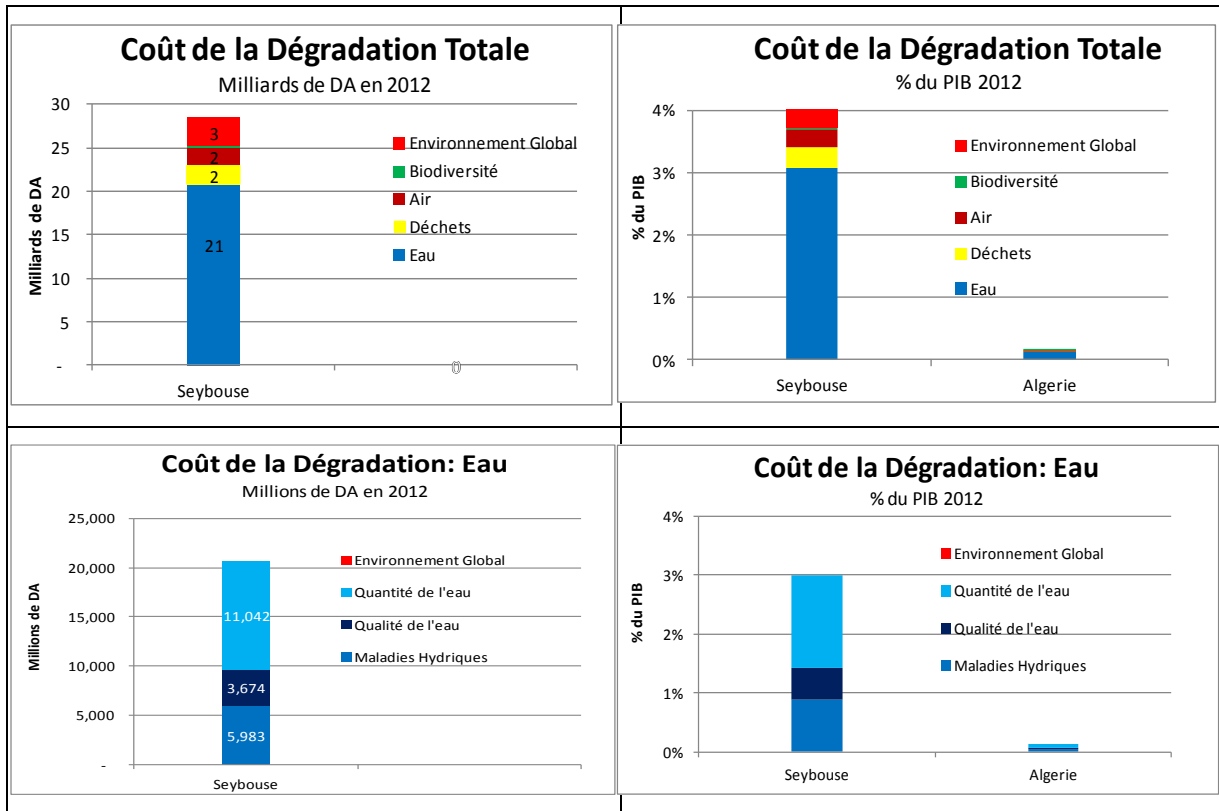
60. Ventilée par catégorie, la dégradation des ressources en eau est la plus importante dans la Seybouse en valeur relative avec 73,1% par rapport au total en 2012. Les catastrophes naturelles et l'environnement global notamment les inondations et les feux de forêts qui ont eu lieu dans la région du Bassin de la Seybouse en 2012 viennent en 2^{ème} position avec 11,6%. Les déchets viennent en 3^{ème} position avec 7,8% suivis de l'air à Annaba avec 7,3% et enfin la biodiversité en dernier lieu avec 0,3%.

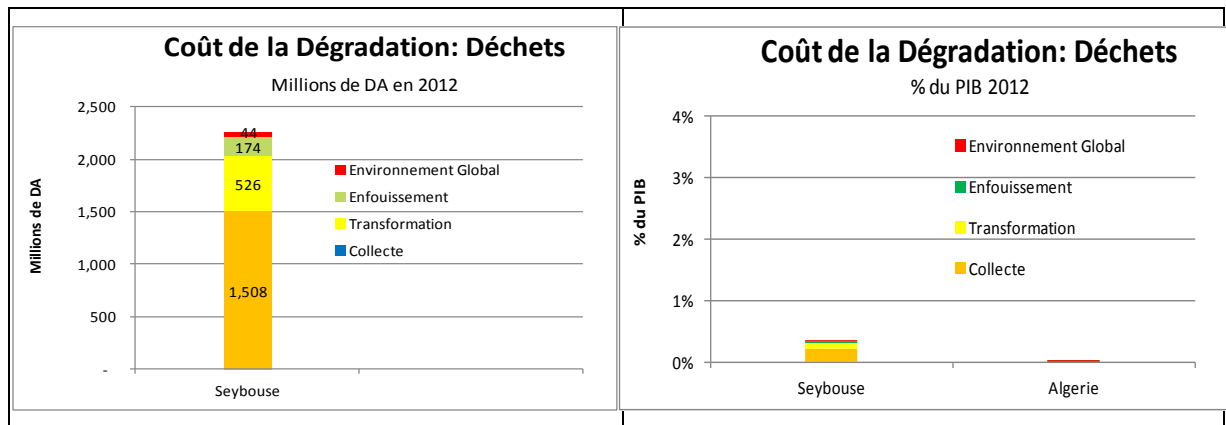
⁷³ IMF. 2013. Algeria Article IV. Washington, D.C.



61. S'agissant de la catégorie Eau (20,8 milliards de DA en 2012), la sous-catégorie quantité d'eau représente la majorité des coûts du Bassin de la Seybouse (11,0 milliards de DA) suivie par les maladies hydriques (6,0 milliards de DA) et enfin la qualité de l'eau (3,7 milliards de DA). Cette catégorie a des impacts sur l'environnement global (séquestration de carbone) mais les coûts n'ont pu être calculés.
62. S'agissant de la catégorie Déchets (2,2 milliards de DA en 2012), la sous-catégorie collecte représente la majorité des coûts du Bassin de la Seybouse (1,5 milliards de DA) suivie par la transformation des déchets (526 millions de DA), l'enfouissement (174 millions de DA) et enfin l'environnement global (44 millions de DA).
63. S'agissant de la catégorie Air (2,1 milliards de DA en 2012), les dommages sont notamment liés à la santé (1,9 milliards de DA) ainsi que les dommages touchant la détérioration de la productivité agricole (125 millions de DA) et des infrastructures et façades (84 millions de DA) alors que l'impact sur la faune et la flore (ex. pluies acides) n'a pas été calculé. Par ailleurs, le coût associé au plomb dans l'air n'a pas été calculé faute de données fiables.
64. L'analyse détaillée de la catégorie catastrophe naturelle et environnement global (3,3 milliards de DA en 2012), indique que les dommages sont notamment dus aux inondations, aux feux de forêts et à l'émission de carbone due aux déchets et aux feux de forêts.
65. Dans la catégorie biodiversité (72 millions de DA en 2012), les dommages sont notamment dus à la réduction des zones humides et la biodiversité perdue suite aux incendies.

Figure 6.1 : Coût de la dégradation de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA





Source : Auteurs.

Catégorie Eau et Sous-catégories

6.1.1 Maladies hydriques associées à la qualité des services d'eau et d'assainissement

66. Le taux de raccordement en eau potable est quasiment de 95% et le taux de raccordement de l'assainissement atteint 87% selon les sources officielles. Cependant, il est difficile d'avoir un taux exact de couverture aussi bien pour les sources améliorées de l'eau potable que pour l'assainissement amélioré qui se définissent respectivement comme suit selon l'UNICEF:⁷⁴ les sources améliorées d'eau potable comprennent les points d'eau qui, par leur construction ou une intervention active, sont protégés contre la contamination extérieure, en particulier les matières fécales, c'est à dire l'eau courante à domicile (branchement domestique à un réseau, d'adduction d'eau dans l'habitation du ménage, sur sa parcelle ou dans sa cour) et les robinets public ou bornes-fontaines, puits tubés ou forages, puits protégés, sources protégées et eau de pluie; et les installations sanitaires améliorées sont des installations hygiéniques qui permettent d'éviter que l'utilisateur et son milieu immédiat n'entrent en contact avec les excréta (Chasse d'eau vers un système d'égout avec canalisations/fosse septique/latrine à fosse, latrine améliorée à fosse ventilée, latrine avec couvercle, toilette à compostage). Selon le MICS de l'UNICEF de 2012, le taux de desserte pour les sources améliorées de l'eau potable est quasiment de 83% avec 85% en milieu urbain et 79% en milieu rural en 2010 qui peut s'expliquer par un exode grandissant du milieu rural vers des habitats périurbains spontanés. Par contre, le taux de raccordement de l'assainissement amélioré est étrangement supérieur à celui de l'eau toujours selon la même source et atteint 95%selon la même source avec 98% en milieu urbain et 88% en milieu rural. Comme il est difficile d'avoir un taux exact de couverture amélioré aussi bien de l'eau potable que de l'assainissement pour le Bassin de la Seybouse du fait d'un manque de recensement socio-économique récent, les taux du MICS de l'UNICEF d'accès à l'eau potable et à l'assainissement en milieux urbain et rural sont considérés pour l'année 2012 (Tableau 6.3).

⁷⁴ Site web de l'UNICEF: <www.unicef.org/wcaro/overview_2580.html>.



67.

Tableau 6.3 : Typologie d'accès à l'eau potable et l'assainissement, % population considérée, 2012

Typologie d'accès en Algérie	Taux d'accès considéré dans l'analyse		
	Urbain	Rural	Total
Sources Améliorées en Eau Potable	85%	79%	83%
Desserte en Eau Potable non-améliorée	15%	21%	17%
Assainissement Amélioré	98%	88%	95%
Assainissement non-amélioré	2%	12%	5%

Source : UNICEF MICS (2012).

Tableau 6.4: Coût de la Dégradation associés à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, 2012 en millions de DA

Population rurale	2012	Coefficient pour la diarrhée	Mortalité due à la diarrhée	Cas de diarrhée	Valeur par cas VVS	Coût de la dégradation
		#	#	Millions	DA	Millions de DA
Population de la Seybouse (millions)	1,6					
Taux brut de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1.000 habitants)	19,2	2,3	183,5		27.793.468	5.098,8
Population < 5 ans (millions)	0,1	2,5		0,3	1.402,2	423,8
Population ≥ 5 ans (millions)	1,4	0,5		0,7	637,4	460,4
Total						5.983,0
<i>Borne inférieure</i>						5.416,4
<i>Borne supérieure</i>						6.549,5

Source : adapté de Bassi et al. (2011); World Development Indicators (2013); et Auteurs.

68. La prévalence des diarrhées et la mortalité attribuable aux diarrhées dans le Bassin de la Seybouse en milieu urbain et rural ont été dérivées des statistiques nationales avec 2,3 cas de décès sur les 19,2 nouveau-nés par 1.000 habitants en 2012. La prévalence des diarrhées est 2,5



cas par enfant de moins de 5 ans et 0,5 cas pour la population égale ou de plus de 5 ans.⁷⁵ Le coût de la dégradation se monte ainsi à 6 milliards de DA en 2012 avec une fourchette variant entre 5,4 et 6,6 milliards de DA (Tableau 6.4 et Annexe III).

Qualité : Traitement de l'Eau Potable

69. La perception de la qualité de l'eau reflète une toute autre image et varie selon le consommateur et la région en Algérie avec une partie des consommateurs, surtout en milieu urbain, n'ayant pas entière confiance dans l'eau du robinet. La proportion de 80% de la population qui substitue l'eau potable du robinet par de l'eau en bouteille a été retenue. Malgré une très forte taxation (plus de 10%) sur l'eau en bouteille qui s'ajoute à la taxe sur la valeur ajoutée (17%) lors de la vente, la consommation de l'eau en bouteille ne fait qu'augmenter avec plus de 22 litres d'eau en bouteille consommées par habitant par an en 2009.⁷⁶ Quoique conservateur, le montant de 22 litres a été utilisé pour 2012.

70. Le coût de la dégradation a été dérivé de cet excès d'utilisation d'eau en bouteille dans le Bassin de la Seybouse avec 80% de la population urbaine et 20% de la population rurale utilisant de l'eau en bouteille. Cet excès est semblerait-il en partie dû à une perception du consommateur quant à une qualité inadéquate de l'eau. Le coût de la dégradation se monte à 406 millions de DA avec une fourchette oscillant entre 345 et 467 millions de DA (Tableau 6.5). Ce montant demeure conservateur vue la croissance annuelle de l'usage de l'eau en bouteille par le consommateur.

Tableau 6.5 : Coût de la dégradation dû à la qualité de l'eau potable dans le Bassin de la Seybouse, 2012 en millions de DA

Région	Population	Proportion de la population dont la substitution est considérée être due à la mauvaise qualité de l'eau potable	Consommation de l'eau en bouteille	Coût moyen de l'eau en bouteille	Total
	#	#	l/Habitant/an	DA/l	Millions de DA
Rurale (20% de la pop.)	407.020	81.404	22	18,3	33
Urbaine (80% de la pop.)	1.158.443	926.754	22	18,3	373
Totale	1.565.463	1.008.158	22	18,3	406
Borne inférieure					345

⁷⁵ Bassi et al. (2011).

⁷⁶ Site web de Forum Algérie: <www.forum-algerie.com>.



Borne supérieure					467
------------------	--	--	--	--	-----

Source: Site web de Nouara Algérie : <www.nouara-algerie.com>; et Auteurs.

Qualité des Ressources en Eau

71. Vue la multiplicité des sources de pollution et du nombre de polluants le long de la Seybouse et son embouchure, une méthode reposant sur les **préférences énoncées** a été retenue pour l'évaluation. Par ailleurs, certains investissements pour la réduction de la pollution sont en cours (4 STEPs en construction d'une capacité de 97,000 m³/jour et 2 STEPs en projet de 176.000 m³/jour dans le bassin) mais l'estimation de tous les investissements nécessaires pour réduire la pollution et le rétablissement ou le maintien des fonctions et services de l'écosystème dépassent largement le cadre de cette étude. Baker et al. (2007) a récemment conduit une enquête afin d'estimer la valeur économique accordée par les ménages anglais et gallois pour l'amélioration de la qualité de l'eau aussi bien au niveau des bassins versants que des zones côtières dans le cadre de la mise en œuvre de la directive eau de la CE (voir Annexe II). Un transfert d'avantages est ainsi considéré pour dériver le coût de la dégradation du Bassin de la Seybouse. Après avoir fait le transfert d'avantages, le consentement à payer se monte à 1.289 DA par habitant et par an pour une amélioration tangible après 6 ans: la borne moyenne a été utilisée pour la population de la zone rurale alors que la borne supérieure a été utilisée pour la population de la zone urbaine du fait de l'importante pollution liée à une partie des rejets communaux et d'une grande partie des effluents industriels non-traités. Ainsi, le coût de la dégradation s'élève à 2 milliards de DA pour la population de la Seybouse avec une variation de 0,7 à 3,3 milliards de DA en 2012 (Tableau 6.6).

Tableau 6.6 : Coût de la dégradation de la qualité de l'eau de la Seybouse, 2012 en millions de DA

Zone	Population	Consentement à payer			Coût de la dégradation		
		DA/habitant/an			Millions de DA		
	#	Borne inférieure	Borne Moyenne	Borne supérieure	Totale	Borne inférieure	Borne supérieure
Population Rurale	407.020	463	1.289	2.115	525	188	861
Population Urbaine	1.158.443	463	1.289	2.115	2.450	536	2.450
Total	1.565.463	463	1.289	2.115	2.974	724	3.310

Source: Baker et al. (2007); et Auteurs.

6.1.2 Qualité : Salinité

72. La salinité moyenne de 3,0 déci-Siemens par mètre (dS/m) est communément utilisée dans la région de la Seybouse mais la salinité globale du sol est d'habitude positivement corrélée à celle de l'eau d'irrigation qui peut donc produire des moyennes inférieures ou supérieures dans certaines régions de la Seybouse. Les 3 principales cultures de la Seybouse ont seulement été considérées du fait de la difficulté à obtenir la production agricole par région : les tomates, le blé



et les olives. Cependant, les coûts d'opportunité de la moins value associée à la production agro-industrielle des trois cultures n'ont pas été considérés (par exemple, l'huile d'olive, etc.).

Tableau 6.7 : Pertes de productivité agricole due à la salinité, 2012 en millions de DA

Principales cultures	Seybouse Tonnes	Seuil de salinité CEs dS/m	Réduction du rendement des cultures CEs				Prix de gros DA/tonne	Pertes de productivité à -10%		
			-10% avec dS/m à :	-25% avec dS/m à :	-10% Tonnes	-25% Tonnes		Borne moyenne Millions de DA	Borne inférieure Millions de DA	Borne supérieure Millions de DA
			3,5	5,0	2760	6900		69,0	55,2	82,8
Tomates	27600	2,5	3,5	5,0	2760	6900	25000	69,0	55,2	82,8
Blé	213600	4,7	6,0	8,0	10680	53400	21100	225,3	180,3	270,4
Olive	497400	2,6	3,0	3,5	49740	124350	27500		-	-
Total							25000	69,0	55,2	82,8
Coût de la Dégradation								294,3	235,5	353,2

Note : la réduction du rendement des tomates est estimée à 5% pour atteindre 3 dS/m considérant ainsi la réduction linéaire. La production de tomates et olive est estimative.

Source : Site web du MdADR <www.minagri.dza>; Kotuby-Amacher et al. (2003) ; et Evans (2006).

73. La salinité, même à faible dose peut affecter la production agricole. Ainsi, des seuils de salinité et des réductions de productivité ont été développés par Kotuby-Amacher et al. (2003) et Evans (2006)⁷⁷ pour chaque culture et sont basées sur la conductivité électrique des sols saturés (CEs) exprimée en dS/m. Cependant, d'autres facteurs pourraient affecter le seuil de tolérance des cultures (variété, climat, etc.) et par conséquent, les seuils sont simplement suggérés à titre indicatif. La réduction de la productivité due de la salinité affectant la production agricole ne touche que la production de tomates et d'olives car le blé a une grande tolérance au sel (Tableau 6.7). Cependant, l'utilisation additionnelle d'engrais devrait compenser ces pertes de productivité tout en créant un cercle vicieux (ruissellement) mais il n'est pas possible de déterminer le coût de ce comportement préventif. Ainsi, nous estimons que malgré l'utilisation d'engrais, un tiers des pertes de productivité est attribuable à la dégradation due à la salinité des sols. Ainsi, le coût de la dégradation s'élève à 294 millions de DA avec une variation de 236 à 352 millions de DA en 2012.

Quantité : Pertes d'efficacité du réseau d'adduction d'eau et d'irrigation

⁷⁷ Site web du Gouvernement australien: <www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/resources/soils/salinity/crops/tolerance-irrigated>.



74. L'*American Water Works Association*⁷⁸ suggère un point de référence (benchmark) de 10% pour les pertes acceptables d'eau pour les prestataires de service. Une fourchette de plus de 10% à 25% est considérée comme intermédiaire et devrait faire l'objet d'une attention particulière pour ramener les pertes à moins de 10%. Les pertes d'eau au dessus de 25% sont considérées chroniques et requièrent une attention immédiate. Ainsi, les valeurs de rendements de la production d'eau potable en Algérie sont estimées plutôt que mesurées car les méthodes de mesures de ces différentes pertes sont insuffisamment maîtrisées. L'efficacité nationale actuelle de l'eau se monte à 61,7% dont 48,7% pour l'eau potable et 63,3% pour l'eau d'irrigation sans tenir compte à ce stade de l'eau industrielle dont l'efficacité est actuellement nulle du fait de l'absence de recyclage.⁷⁹
75. Ainsi, plus de la moitié de la production pourrait être considéré comme un coût supporté par les contribuables sans aucun retour sur investissement alors que d'un point de vue environnemental, ces pertes viennent en fait recharger les nappes phréatiques. Cependant, ces derniers bénéfiques ne sont pas pris en compte dans l'analyse. La consommation moyenne par habitant retenue est très conservatrice et est équivalente à la consommation réelle qui est de jusqu'à 175 litres/habitant/jour selon le PNE en 2012 en zone urbaine et de 100 litres/habitant/jour en zone rurale en considérant qu'il n'y a pas de coupures notables.

Tableau 6.8 : Coût de la dégradation associé aux pertes d'efficacité de distribution de l'eau potable, 2012 en millions de DA

Services dans le Bassin de la Seybouse	Population avec accès à l'eau potable	Consommation moyenne	Pertes ramenée de 55% à 20%	Coût de Production	Coût réel	Total	Borne inférieure	Borne supérieure
	#	l/j	l/j	DA/m ³	DA/m ³	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
Population rurale	321.546	100	64	100	150	1.127	789	1.465
Population urbaine	984.676	175	111	100	150	5.984	4.189	7.779
Total	1.306.222					7.111	4.978	9.244

Note : les pertes techniques pondérées par le volume produit de 33,5 millions de m³ par an pour les villes de la Wilaya d'Annaba se montent à 31% mais n'ont pas été retenues pour l'analyse. Cependant, ceci veut dire qu'un peu plus de la moitié des pertes de 55% considérées dans l'analyse sont attribuables à des pertes techniques.

⁷⁸ Site web de l'AWWA: <www.awwa.org>.

⁷⁹ Plan Bleu (2011).



Source : Plan Bleu (2011) ; PNE (2012) ; et Auteurs.

76. Le montant de la perte d'efficacité concernant uniquement les pertes techniques a été considéré pour le Bassin de la Seybouse en milieu rural et urbain pour la population ayant accès à l'eau potable. Ainsi, si les pertes techniques de l'ordre de 35% venaient à être réduites, les pertes d'efficacité (pertes de production et pertes financières résiduelles) se monteraient à 20%. Le montant retenu est égale au coût moyen actuel de production qui est en 100 DA par m³ pour les eaux de surfaces et les eaux souterraines (pouvant atteindre 125 DA lorsque le dessalement n'est pas considéré)⁸⁰ qui est en deçà du coût réel de l'eau du fait des subventions du secteur de l'énergie avec un taux moyen de subvention de 60% pour le gaz, les produits dérivés du pétrole et l'électricité.⁸¹ Le coût réel (alors que l'hypothèse est très conservatrice, un tiers du coût de production a été considéré comme la part du coût de l'énergie dans le coût de production), qui se monte à 150 DA par m³, a été calculé et utilisé pour dériver le coût de la dégradation. Ce dernier se monte ainsi à 7,1 milliards de DA pour la population de la Seybouse avec une variation de 5 à 9,2 milliards de DA en 2012 (Tableau 6.8).
77. Un point de référence (benchmark) de 10% pour les pertes acceptables a aussi été retenu pour l'irrigation et si les pertes techniques de l'ordre de 26% venaient à être réduites, les pertes d'efficacité se monteraient à 21% (pertes de production et pertes financières résiduelles). Seuls les barrages Hammam Debbagh sur l'Oued Bouhamdane situé dans la Wilaya de Guelma et Cherf sur l'Oued Cherf, situé dans la Wilaya de Souk Ahras ont été retenus pour le calcul du coût d'inefficacité de l'irrigation dans le Bassin de la Seybouse. Ainsi, le premier assure un volume pour l'irrigation de 24 millions de m³/an alors que le second en assure 30 millions de m³/an. L'efficacité retenue pour l'irrigation des réseaux et à la parcelle est de 63,3% pour avec un coût de production estimé à 30 DA par m³ avec coût réel estimé à 45 DA par m³ dû à la tarification directement⁸² et indirectement (énergie) subventionnée (voir ci-haut). Le coût de la dégradation se monte ainsi à 998 millions de DA pour les pertes d'irrigation des deux barrages de la Seybouse avec une variation de 798 à 1.198 millions de DA en 2012 (Tableau 6.9).

Tableau 6.9 : Coût de la dégradation associé aux pertes d'efficacité de distribution de l'irrigation, 2012 en millions de DA

Services dans les Barrages de Hammam Debbagh et de Cherf	Volume alloué à l'irrigation	Pertes de 47% ramené à 21%	Coût de Production	Coût Réel	Total	Borne inférieure	Borne supérieure
--	------------------------------	----------------------------	--------------------	-----------	-------	------------------	------------------

⁸⁰ Plan Bleu (2011).

⁸¹ Fattouh, Sassam et Laura el-Katiri. 2012. Energy Subsidies in the Arab World Arab Human Development Report Research Paper Series.

⁸² Plan Bleu (2011). Les tarifs dus par l'utilisateur au titre de la fourniture ou du prélèvement d'eau sont calculés suivant une formule binôme sur la base du débit maximum souscrit (partie fixe) et du volume effectivement consommé (partie variable). Actuellement, la partie fixe varie, selon la zone tarifaire, entre 250 et 400 DA par l/s/ha ; la partie variable est calculée sur la base de 2,50 DA par m³ consommé.



	Millions de m ³	Millions de m ³	DA/m ³	DA/m ³	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
Total Bassin de la Seybouse	54	22,2	30	45	998	798	1.198

Source : Plan Bleu (2011) ; et Auteurs.

78. Pour le calcul des pertes techniques, la prise en compte du coût de production à la place du coût réel réduit le coût de la dégradation de façon sensible. Ainsi, le coût de la dégradation baisse de 8 milliards de DA à 5,4 milliards de DA, soit 0,4% du PIB du Bassin de la Seybouse (Tableau 6.10).

Tableau 6.10 : Coût de la dégradation associé aux pertes d'efficacité **des systèmes de distribution**

Amélioration de l'Efficacité des Services	Coût de la dégradation lorsque le Coût de Production est utilisé			Coût de la dégradation lorsque le Coût Réel est utilisé		
	Eau potable	Irrigation	Total	Eau potable	Irrigation	Total
	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
Total Bassin de la Seybouse	4.741	665	5.406	7.111	998	8.009

Source : Auteurs.

6.1.3 Quantité : Rabattement de la nappe

79. Le rapide développement de la petite et moyenne hydraulique depuis 2000 s'est accompagné de prélèvements importants et mal contrôlés sur les ressources en eau souterraines et même de surexploitations de quelques grandes nappes.⁸³ Pour les ressources souterraines, la quantité des ressources en eau est affectée par un rabattement de la nappe phréatique et des ressources profondes de 0,5 m par an qui nécessite un pompage supplémentaire. Ainsi, le **changement de production** est considéré pour dériver le coût additionnel de pompage équivalent au coût de la dégradation. Le coût de la dégradation pour les données collectées à Guelma, Ain Abid et Ibn Badis s'élève ainsi à 110,1 millions de DA avec une variation de 88,1 à 132,1 millions de DA en 2012 (Tableau 6.11).

Tableau 6.11 : Coût additionnel du pompage dans le Bassin de la Seybouse, 2012 en millions de DA

Coût de pompage	Unité	Ressources phréatiques
-----------------	-------	------------------------

⁸³ Plan Bleu (2011).



Ressources concernées par le rabattement	Millions de m ³	54,5
<i>Guelma (volume des eaux souterraines utilisé)</i>	Millions de m ³	54
<i>Ain Abid</i>	Millions de m ³	0,3
<i>Ibn Badis</i>	Millions de m ³	0,2
Consommation moyenne de diesel	l/m de profondeur/m ³	0,004
Rabattement annuel moyen de la nappe	M	0,5
Prix du marché	DA/litre de Diesel	1,010
Coût de la dégradation	Millions de DA/an	110,1
<i>Borne inférieure</i>	Millions de DA/an	88,1
<i>Borne supérieure</i>	Millions de DA/an	132,1

Note : le coût moyen du pompage par m³ est de 3,5 DA sans compter les subventions indirectes,

Source : adapté de la Banque mondiale (2007).

80. Pour les ressources de surface, le non remplacement de la perte de capacité des barrages due à l'envasement peut conduire à la réduction de la disponibilité en eau pour les usagers (voir Stockage ici-bas).⁸⁴ Puisque **l'agriculture** est un important consommateur de l'eau des barrages en Algérie, l'impact de leur envasement sur l'agriculture irriguée a été évaluée en suivant le **changement de production**. En considérant une consommation de 5.000 m³/ha pour l'irrigation intensive, un manque à gagner serait la différence entre la valeur ajoutée de la production agricole entre l'irrigation intensive et non-intensive. Tous les autres facteurs restant constants, un manque à gagner de 100.731DA/ha toutes cultures confondues a été retenu.⁸⁵ Le coût de la dégradation s'élève ainsi à 529 millions de DA avec une variation de 450 à 608 millions de DA en 2012 (Tableau 6.12).

Tableau 6.12 : Moins-value agricole due à la perte de stockage des barrages de la Seybouse, 2012 en millions de DA

Barrage	Volume initial de Stockage	Volume de Stockage	Envasement en 2012	Allocation pour l'irrigation-intensive	Plus-value agricole due à l'irrigation intensive	Coût de la dégradation
---------	----------------------------	--------------------	--------------------	--	--	------------------------

⁸⁴ Site web:

<www.guelma.org/francais/index2.php?rub=sejour&srub=promenades_guelma&goto=barrage_bouhamdane_guelma>.

⁸⁵ Banque mondiale (2007).



	Millions de m ³	Millions de m ³	Millions de m ³	M ³ /ha	DA/ha	Millions de DA
Hammam Debbagh	220	184	0,53	5.000	100.731	266.938
Cherf		152	0,52	5.000	100.731	261.901
Total						528.839
<i>Borne inférieure</i>						449.514
<i>Borne supérieure</i>						608.165

Source : Banque mondiale (2007) ; et World Development Indicators (2013).

6.1.4 Quantité : Stockage

81. Le **coût de remplacement** pour le calcul du coût de la dégradation des deux barrages considérés est basé sur la Banque mondiale (2007) avec une borne inférieure consistant en une surélévation des barrages pour remplacer les volumes de stockage perdu évaluée à 0,3 DA/m³ et une borne supérieure consistant à la construction de nouveaux barrages comme borne supérieure évaluée à 65,5DA/m³ en 2012. Ainsi, le coût de la dégradation se monte à 34,5 millions de DA avec une variation de 0,3 à 69 millions de DA en 2012 (Tableau 6.13). Il est important de noter que : 8 digues de barrages ont été rehaussées en Algérie⁸⁶ avec comme résultat une accélération de l'envasement, ce qui pousse à effectivement considérer une gestion de l'érosion avec de meilleures interventions pour l'aménagement du territoire en amont; et le coût de dragage n'a pas été considéré vu la qualité des sédiments qui pourrait avoir un impact négatif dans les zones où ils seraient déchargés.

Tableau 6.13 : Envasement des barrages de la Seybouse, 2012 en millions de DA

Barrage	Envasement en 2012	Coûts de remplacement		Coûts de remplacement		Coût de la dégradation
		Borne inférieure		Borne supérieure		
	Millions de m ³	DA/m ³	Millions de DA	DA/m ³	Millions de DA	Millions de DA
Hammam Debbagh	0,53	0,3	0,2	65,5	34,7	17,4
Cherf	0,52	0,3	0,2	65,5	34,1	17,1
Total	1,05		0,3		68,8	34,5

⁸⁶ Remini (2010).



Source : Banque mondiale (2007) ; World Development Indicators (2013) ; Section 3 ; et Auteurs.

6.1.5 Erosion

82. Dans les terres agricoles, l'érosion des sols se manifeste surtout par un décapage généralisé et pernicieux des sols et par des ravinements localisés sur les pentes fortes. L'érosion de 5 sous bassins de la Seybouse s'élève à 1,5 millions de m³ en 2012 selon l'ANRH (Tableau 3.1). La relation complexe entre les épisodes de pluie érosive et les taux annuels de perte de sol peut s'expliquer par deux facteurs importants. Le premier facteur est lié au cycle de dégradation du sol qui détermine le potentiel d'érosion des sols du bassin. Le deuxième facteur correspond à l'orientation de la dégradation, qui dans ce cas présente une direction Nord-Ouest et Sud-Est. Les études de télédétection ont permis de déterminer une perte de 10 tonnes par ha agricole en moyenne dans le Bassin de la Seybouse. Ainsi, cette érosion des sols se traduit par une perte nutritive qui devrait être compensée par des engrais. Par ailleurs, l'érosion est aussi responsable d'une perte de séquestration de carbone qui n'est pas comptabilisé dans cette étude.
83. Par ailleurs, les retenues collinaires et les barrages subissent aussi cette érosion, qui sera exacerbée par les changements climatiques, et réduisent la durée de vie des retenues collinaires au nombre de 17 dans la Wilaya de Guelma avec une capacité collective de 1,3 millions de m³. Cependant, l'envasement de ces retenues (à peu près 16% du volume de stockage) est relativement minime lorsqu'on le compare aux barrages.

Tableau 6.14 : Perte nutritive des sols agricoles due à l'érosion dans la Seybouse, 2012 en millions de DA

Wilaya	Superficie agricole utile	Superficie affectée			Erosion annuelle	Coût de l'engrais	Coût de la dégradation		
		1/4 : Borne Moyenne	1/8 : Borne inférieure	1/2 : Borne supérieure			Borne Moyenne	Borne inférieure	Borne supérieure
		Ha	Ha	Ha			Ha	Tonne/ha	DA/tonne
Annaba	48,177	16,059	9,635	24,089	10	1,355	218	131	326
Guelma	187,338	62,446	37,468	93,669	10	1,355	846	508	1,269
Oum El Bouaghi	389,581	129,860	77,916	194,791	10	1,355	1,760	1,056	2,639
Total	625,096	208,365	125,019	312,548			2,823	1,694	4,235

Source : Site web Farm Future : <farmfutures.com>; et Arif et Doumani (2012).

84. Le **coût de remplacement** pour le calcul du coût de la dégradation de la productivité agricole due à l'érosion consiste à compenser la perte de la valeur nutritive des sols par des engrais. Un montant de 1.355 DA par ha d'engrais est basé sur un mixage des engrais chimiques et organiques. Ainsi, le coût de la dégradation se monte à 2,8 milliards de DA avec une variation de 1,7 à 4,2 milliards de DA en 2012 (Tableau 6.14).



6.2 Catégorie Déchets Solides

85. La gestion des déchets dans le Bassin de la Seybouse reste problématique surtout en milieu rural. Néanmoins, ce n'est pas toute la chaîne de déchets qui a un impact direct sur les ressources en eau : c'est surtout les décharges avec le ruissellement de lixiviats. Cependant, seul le coût de la dégradation de la chaîne des déchets domestiques est considéré dans cette étude.



Tableau 6.15 : Coûts de la dégradation dus aux déchets, 2012 en millions de DA

Résultats	Collecte	Coût de nettoyage des décharges pour les déchets générés	Manque à gagner du recyclage	Moins-value des terrains proche des décharges	Manque à gagner futur de la production d'électricité escompté à 5%	Total	GES non-évités dans le futur escomptés à 5%
Coût de la dégradation	1.322	186	526	29	144	2.208	43
<i>Borne inférieure</i>	1.058	149	369	23	143	1.741	39
<i>Borne supérieure</i>	1.587	223	632	35	143	2.620	48

Note : les GES sont comptabilisés sous Environnement global.

Source : Annexe IV.

86. Les coûts de la dégradation dus aux déchets se montent à 2.208 millions de DA en 2012 avec une variation de 1.741 à 2.620 millions de DA (Tableau 6.15). Les coûts de la dégradation comprennent: la non-collecte en milieu urbain et rural; le coût de réhabilitation des décharges non-contrôlées qui ont recueilli des déchets générés en 2012; le manque à gagner du recyclage de 2012; la moins-value des terrains proche des décharges; le manque à gagner futur de la production d'électricité escompté à 5% (actualisés au temps présent); et les GES non-évités dans le futur escomptés à 5% (actualisés au temps présent) mais ces derniers sont comptabilisés sous *Environnement global*. La description de la méthodologie et des calculs est développée dans l'Annexe IV.

6.3 Catégorie Pollution de l'Air

87. La pollution de l'air à Annaba a été calculée pour les particules PM₁₀ (48 µg/m³ comme moyenne annuelle) et les PM_{2,5} (24 µg/m³ comme moyenne annuelle). Alors que le plomb à essence est toujours utilisé dans la ville, il n'a cependant pas été possible d'obtenir des moyennes annuelles pour le plomb malgré sa nocivité. Le coût total de la dégradation associé aux particules et aux composants de sulfate et d'azote pouvant se combiner à ces particules se monte à 2,1 milliards de DA avec une variation de 1,6 à 2,4 milliards de DA en 2012 (voir Annexes II et V). Le montant du coût de la dégradation de l'air pour la ville de Annaba et ses environs se divise comme suit : 1,87 milliards de DA pour la mortalité, morbidité et coût de la maladie ; 126 millions de DA pour



la réduction de la productivité agricole ; et 84,2 millions de DA pour la déchéance des infrastructures et des façades.⁸⁷

6.4 Catégorie Biodiversité

88. Le rôle des zones humides comme valeurs d'usage (par exemple dans l'agriculture, la pêche, l'atténuation des inondations, la recharge de la nappe) et de non-usage (en tant qu'habitats pour des espèces de faune aquatique) a bien été validé dans plusieurs études dans le Maghreb.⁸⁸ La dégradation de la biodiversité se manifeste aussi bien par la diminution de la surface des zones humides qu'à travers une diminution de la richesse de la faune et de la flore. Quoique la construction de barrages ait accru la superficie de zones humides et plus récemment les bassins de décantation des stations d'épuration des eaux constituent des zones humides artificielles ces derniers ne peuvent remplacer les zones humides naturelles qui fournissent des habitats et des écosystèmes plus favorables à la survie de nombreuses espèces animales et végétales. Par ailleurs, les lâchers d'eau fortement non stationnaires pour la gestion des crues provoque les plus importantes et les plus évidentes modifications du régime d'écoulement se traduisant ainsi par des répercussions directes sur la morphologie du lit de la rivière et des pertes de biodiversité.

89. Des études ont été lancées par l'ANBT pour la protection des bassins versants contre l'érosion et ce, par la plantation d'arbres susceptibles de retenir les sols et limiter les phénomènes d'érosion dont la conséquence directe est l'envasement des barrages. Une étude conduite par Daly-Hassen (2008) évalue l'avantage des valeurs directes et indirectes d'une forêt en Tunisie avec un avantage équivalent à 96,8 \$EU/ha qui comprend notamment la prévention de l'érosion (Encadré 7.1).

Encadré 7.1 : Valeur d'usage d'une forêt

La valeur d'usage d'une forêt et la distribution des avantages a été calculé par Daly-Hassen et. al, (2008) pour tous les retours que le gouvernement ou la population locale reçoivent des forêts, les prestations externes et sociales (prestations pour l'ensemble de la société en général, de la biodiversité, par exemple, la prévention de la dégradation des sols). Les résultats ont montré que les bénéfices privés s'élèvent à 96,8 \$EU/ha en 2005 (à parts égales entre le gouvernement et les utilisateurs locaux). Le bois et le fourrage pâturé étaient les produits les plus précieux générant 41,4 et 34,2 de \$EU/ha respectivement. Les avantages externes ont atteint une moyenne de 24,9 \$EU/ha. Ses principales composantes sont la prévention de l'érosion (9,8 \$EU/ha), la séquestration du carbone (11,8 \$EU/ha), et la conservation de la biodiversité (3,2 \$EU/ha). Cependant, les loisirs est la composante la moins gratifiante de l'avantage économique qui se monte a 0,1 \$EU/ha, en dépit de l'existence de plusieurs parcs nationaux et réserves dans la région étudiée.

90. Les principales causes de disparition des zones humides dans la Seybouse sont le drainage, l'urbanisation dans les villes moyennes le long du cours d'eau, l'expansion agricole, et la création

⁸⁷ Les montants se rapportant à la réduction de la productivité agricole et à la déchéance des infrastructures et des façades sont basés sur le site web de *EcoSense site*

<<http://scenarios.ew.eea.europa.eu/foi079729/online-model-inventory/ecosense>>.

⁸⁸ Banque mondiale (2007).



de barrages et retenues collinaires en amont. Par ailleurs, ces zones humides sont polluées par les sources susmentionnées dans les Sections Eau et Déchets.

91. Il est très difficile d'évaluer les pertes réelles de biodiversité de la Seybouse. Cependant, en considérant la moyenne adoptée par la Banque mondiale (2007) pour le Maghreb, la perte annuelle serait de 20 ha de zones humides. Le coût de remplacement a été adopté pour évaluer le coût de la dégradation. Il est important de signaler que cette approche est affectée par des limitations significatives. D'une part, l'utilisation des dépenses effectives peut sous-estimer les dommages, car ces dépenses peuvent rarement compenser tous les services fournis auparavant par l'écosystème original surtout pour ce qui a trait à l'effet des lâchers des barrages sur la biodiversité. TEEB89 a estimé le coût de remplacement d'une zone humide sur la base d'une méta-analyse globale. Le coût se monte à 2.607.000 DA par ha. La moyenne des zones humides perdues par an dans la Seybouse, est estimé à 20 ha. Ainsi, le coût de la dégradation, qui reste très sous-estimé, se monte à 52,1 millions DA en 2012 avec une borne inférieure de 41,7 millions de DA et une borne supérieure indéterminée. Par ailleurs, la valeur du manque à gagner et la perte de biodiversité dues aux incendies (voir ici-bas) est dérivée de Daly-Hassen (Encadre 7.1) avec 7.197 DA/ha de perdu. La perte totale de biodiversité pour les zones humides et les incendies se monte à 71,9 millions de DA en 2012 avec une variation de 57,5 à 86,2 millions de DA.

6.5 Catégorie Catastrophes Naturelles et Environnement Global

6.5.1 Catastrophes Naturelles

92. L'évaluation des problèmes de crues revêt un intérêt important pour les décideurs qui leur permet de mieux gérer l'occupation des sols et le dimensionnement des ouvrage hydrauliques. Le territoire algérien (485 communes sont à haut risque) et notamment le Bassin de la Seybouse est soumis à des événements catastrophiques qui font des victimes et provoquent des dégâts matériels importants avec un impact socio-économique et environnemental.⁹⁰ Une modélisation se tablant sur 6 stations hydrologiques du Bassin de la Seybouse a été effectué afin de déterminer la tendance des grandes crues qui permet de déterminer le modèle fréquentiel simulant le mieux les débits extrêmes des bassins sous étude. Par ailleurs, le prochain plan quinquennal alloue une enveloppe importante pour maîtriser les inondations notamment dans la Wilaya de Guelma.
93. Les éléments fournis par les projections climatiques font craindre une augmentation des fréquences des hausses des débits de crue sur la Seybouse qui affecterait notamment les zones côtières. Cependant, l'année 2012 a connu des inondations qui ont fait au moins 3 victimes, détruit des plantations agricoles, engendré des dégâts et ont entravé la mobilité et l'activité économique pendant 5 jours. Le revenu brut national est utilisé comme proxy pour évaluer le manque à gagner économique alors que les dégâts n'ont pu être comptabilisés faute de source

⁸⁹ Site web de TEEB: <www.teeb.org>.

⁹⁰ Aziz et Boualem (2012).



fiable. Par ailleurs, la mort soudaine de poissons dans le bassin survient de plus en plus fréquemment mais son origine demeure indéterminée : est-elle de nature anthropogénique ou du fait de catastrophes naturelles? Ceci reste à démontrer et donc n'a pas pu être quantifié à ce stade. De plus, la déforestation due déjà à l'expansion urbaine et au défrichement à des fins agricoles et urbaines est exacerbée par les incendies. En 2012, les incendies ont atteint la région de Guelma et brûlé 1.742 ha soit 5,4 % de la richesse forestière de 32.098 ha.⁹¹ D'autres incendies se sont déclarés en 2012 dans la région du bassin de la Seybouse et la superficie brûlée a été estimée à 1.000 ha portant le total à 2.742 ha. Ainsi, le coût de la dégradation associé aux catastrophes naturelles se monte à 2,9 milliards de DA et comprend seulement les inondations sous cette catégorie ; la séquestration de carbone perdue due aux incendies est comptabilisée sous Environnement Global et la perte de biodiversité toujours relative aux incendies de forêt est comptabilisée sous Biodiversité.

6.5.2 Environnement Global

94. Le déséquilibre entre la part d'utilisation des eaux de surface par rapport à la part des eaux souterraines au détriment de la première ira en s'accroissant dans le futur. Ce déséquilibre s'exacerbera encore plus avec les effets des changements climatiques. En effet, outre l'augmentation prévue de température, qui conduit à une augmentation de l'évapotranspiration, et la pluviométrie devrait décroître. Ceci pourrait conduire à la fois à une moindre recharge des aquifères et à une utilisation accrue de ces aquifères par les agriculteurs pour compenser la croissance du déficit entre évapotranspiration et pluviométrie.
95. Cependant, seules les émissions de GES ont été considérées dans le cadre de l'environnement global et ont été couvertes sous Déchets Solides et la perte de séquestration de carbone après les incendies de forêts et se montent à 362 millions de DA en 2012 avec une variation de 310 à 415 millions de DA.

6.6 Conclusions

96. L'estimation du coût de la dégradation des ressources en eau a permis de dégager les conclusions suivantes :
- a) Les pertes d'efficacité dans les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation (28,5% du coût total de la dégradation) dans le Bassin de la Seybouse sont de loin les plus importantes et sont de 36% supérieures aux dommages dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement améliorés (22% du coût total de la dégradation). Par ailleurs, le coût réel de l'eau a été utilisé dans les calculs au lieu du coût de production et se traduit par une augmentation de cette sous-catégorie de 33%.

⁹¹ Rapport sur l'État de l'Environnement de la Wilaya de Guelma.



- b) Les dommages dus au manque d'accès à l'eau potable et à l'assainissement améliorés (6 milliards de DA) dans le Bassin de la Seybouse sont de 39% supérieurs aux dommages dus à la qualité de la ressource (2,9 milliards de DA).
 - c) L'érosion contribue à l'envasement des barrages qui affecte la quantité d'eau (166 millions de DA), ce qui peut signifier que l'envasement des barrages peut être causé par les sédiments des sous bassins versants et non pas nécessairement par l'érosion des terres dont leurs sédiments n'atteignent pas nécessairement les réservoirs des barrages.
 - d) La mauvaise collecte et le manque de traitement des déchets (2,2 milliards de DA) constituent un dommage important et représentent près du tiers des dommages dus au manque d'accès à l'eau et à l'assainissement améliorés.
 - e) La pollution de l'air a été calculée pour les particules et non pour le plomb (plomb dans l'essence) et se monte à 2,1 milliards de DA dont 126 millions de DA pour la réduction de la productivité agricole.
 - f) Les catastrophes naturelles sont sous-estimées et atteignent 2,9 milliards de DA et 11% du coût total de la dégradation, notamment les inondations qui contribuent de façon significative à l'érosion.
97. Sur la base de ces conclusions, quatre priorités d'intervention se dégagent dans le court et moyen terme :
- a) La réduction des pertes dans les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation;
 - b) L'eau potable et l'assainissement améliorés;
 - c) La collecte et le traitement des déchets ; et
 - d) L'efficacité de l'aménagement du territoire permettant de réduire l'érosion, l'envasement des barrages et l'effet pervers des inondations.



7. Coût de la Restauration du Bassin de la Seybouse

7.1 Aperçu Général des Coûts de la Restauration

98. Sur la base de priorités identifiées dans la Section précédente, quatre scénarios d'interventions ont été considérés mais seulement trois ont été réalisés. Seules, les catégories efficacité de l'irrigation, l'eau potable et l'assainissement en milieu rural et la gestion des décharges ont été évaluées. Les interventions liées à l'aménagement du territoire pour réduire l'érosion et ainsi l'envasement des barrages n'ont pas été considérées faute d'études permettant d'établir une causalité entre l'aménagement et la réduction de l'envasement afin de mener une évaluation économique.
99. Les scénarios les plus efficaces ont été retenus et sont illustrés dans le Tableau 7.1 et la Figure 7.1. Un seul scénario a été considéré pour l'efficacité de la grande irrigation: amélioration des rendements des cultures maraîchères et arboricoles avec des gains de productivité attendus. La rentabilité de l'efficacité de la grande irrigation ne fait aucun doute et pourrait avoir un retour sur investissement positif après seulement 4 ans. Concernant l'eau et l'assainissement en milieu rural, les 3 scénarios sont rentables : (i) adduction d'eau potable existe alors que la connexion au réseau d'égout n'existe pas ; (ii) adduction d'eau potable n'existe pas et la connexion au réseau d'égout n'existe; et (iii) les deux premiers scénarios sont simultanément considérés. Trois scénarios ont été considérés pour les déchets: (i) assurer dans chacune des Wilayas 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 15% et un compostage de 15% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharges ; (ii) assurer dans chacun des Wilayas 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 10% et un compostage de 10% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; et (iii) assurer dans chacun des Wilayas 1 station de transfert et une décharge améliorée permettant la construction de cellules afin de générer de l'électricité. Seule, l'alternative tout à la décharge avec génération d'électricité dans des cellules est rentable. Les alternatives avec ségrégation et recyclage ne le sont pas car elles sont trop coûteuses. Ainsi, pour pallier à cette insuffisance, une analyse multicritère pourrait être envisagée pour la prise de décision où des pondérations seraient attribuées non seulement à l'analyse C/A mais aussi à la création d'emploi, la réduction de la pauvreté, etc. (voir l'Annexe VI pour le détail des calculs).

Tableau 7.1 : Coût de la restauration de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA

Seybouse	Investissement 2012	Restauration 2013	VAN de l'Investissement	VAN de la Restauration
	Milliards de DA	Milliards de DA	Milliards de DA	Milliards de DA
Aménagement	0	0	0	0
Déchets	0,4	0,1	0,7	0,8



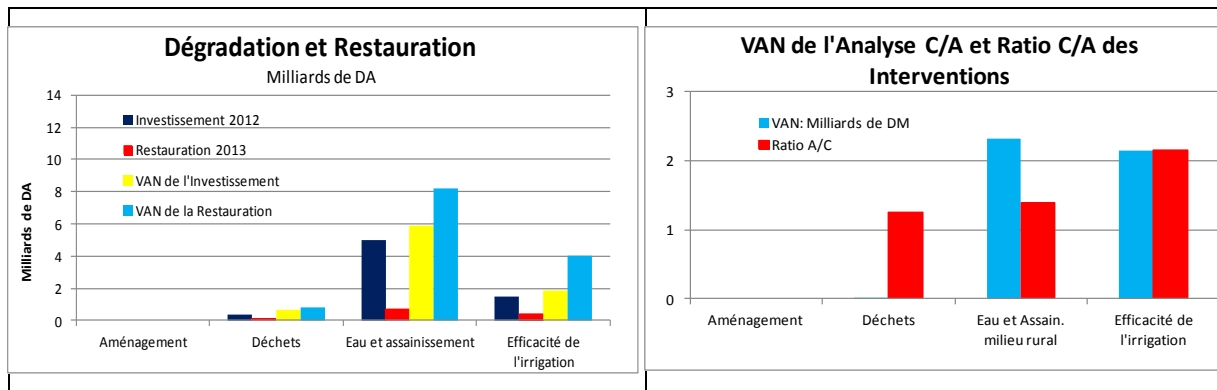
Eau et Assainissement en milieu rural	5,0	0,7	5,9	8,2
Efficacité de l'irrigation	1,5	0,4	1,9	4,0

Source : Auteurs.

100. L'analyse des coûts de restauration de trois catégories analysées et basée sur la valeur actualisée nette (VAN) de l'investissement sur 20 ans avec un taux d'escompte de 10% et le taux de rendement interne (TRI), a permis de dégager les investissements les plus efficaces et efficients qui sont les suivants :

- Pour l'irrigation, l'investissement, qui est à titre hypothétique, permettra d'économiser 200 millions de m³ qui pourront être utilisés pour augmenter le rendement des surfaces irriguées. L'analyse dégage une VAN positive de 2,1 milliards de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1.
- L'assainissement est rentable pour les 3 scénarios avec 2,3 milliards de DA un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C supérieur à 1 pour le 3^{ème} scénario permettant d'assurer un taux de couverture de 100% pour aussi bien l'eau potable que l'assainissement de 2013 à 2031.
- Le transfert et enfouissement des déchets communaux n'est rentable que lorsque pour chaque Wilaya, une station de transfert et une décharge seront établies avec production d'électricité moyennant les émissions du méthane. Cet investissement a une VAN de 23 millions de DA, un TRI de 11% et une VA du Ratio A/C de 1,2.
- L'évaluation de la réduction de l'érosion hydrique n'a pu être effectuée faute de disponibilité de données fiables.

Figure 7.1 : Coût de la restauration de la Seybouse, 2012 et en milliards de DA



Source: Auteurs.

7.2 Efficacité des Systèmes d'Irrigation

101. Le coût de la réduction des pertes techniques des grands systèmes d'irrigation est comparé au besoin de construire de nouvelles infrastructures de stockage. Le coût d'investissement (entretien non-compris) de réduction des pertes techniques est dérivé des coûts moyens obtenus



pour le Maghreb⁹² et s'élève à 7,3 DA/m³ contre 65,5 DA/m³ pour tout nouveau barrage (voir Section Stockage). Il y a premièrement des réductions d'investissement dont le montant pourrait être utilisé à bon escient et puis un rendement de surfaces agricoles supérieur dû à une plus grande disponibilité de l'eau pour l'irrigation. L'hypothèse de base repose sur un investissement de 1,4 milliards de DA pouvant réduire les pertes techniques des systèmes d'irrigation sur une surface de 5.000 ha, prise à titre d'exemple, et pouvant ainsi économiser 200 millions de m³ par an qui pourront être utilisés pour augmenter les surfaces irriguées (Tableau 7.2).

Tableau 7.2 : Hypothèses des gains d'efficacité des systèmes d'irrigation, 2012 en millions de DA

Indicateurs	Plantation	Gain de productivité	Production additionnelle	Coût de vente en gros	Coût de vente total
Unité	ha	Tonne/ha	Tonne/an	DA/tonne	Millions de DA
Intrant	5.000	7	25.760	15.600	383,9

Source : Auteurs.

102. Les économies d'eau seraient valorisées à travers l'amélioration des rendements des cultures maraîchères et arboricoles avec des gains de productivité attendus estimés à 40% pour le maraîchage et 20% pour les plantations. La moitié des gains est due à la technique d'irrigation et l'autre moitié à l'amélioration des dotations en eau qui, sans l'économie de l'eau, seraient réduites en raison des pénuries d'eau chroniques que connaît la région.⁹³

Tableau 7.3 : Analyse Coût/Avantage des gains d'efficacité des systèmes d'irrigation, 2012

Indicateurs de l'Analyse C/A	Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans)	Scénario Augmentation de l'efficacité des systèmes d'irrigation sur 20 ans
VAN millions de DA	>0	2.141
TRI	≥10%	34%
Ratio A/C (valeur présente)	>1	2,2
Résultats		A Considérer

Source : Auteurs.

⁹² Arif et Doumani. 2012. Rapports SWIM sur le Maroc et la Tunisie.

⁹³ Plan Bleu (2011).



103. Ainsi, un seul scénario a été considéré consistant à améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation. Le scénario est rentable avec une VAN positive de 2,1 milliards de DA, un TRI de 34% et une VA du Ratio A/C de plus de 1 (Tableau 7.3).

7.3 Eau et Assainissement en Milieu Rural

104. De nombreux projets sont en cours surtout pour améliorer l'alimentation en eau potable en milieu rural. Les réductions réalisables des cas de diarrhée et de la mortalité due à la diarrhée après l'amélioration de l'adduction d'eau, de l'assainissement et des mesures d'hygiène sont basées sur les dernières méta-analyses qui sont illustrées dans le Tableau 7.4. Trois scénarios ont été retenus : (i) l'adduction d'eau potable existe alors que la connexion au réseau d'égout n'existe pas ; (ii) l'adduction d'eau potable n'existe pas et la connexion au réseau d'égout existe ; et (iii) les scénarios (i) et (ii) sont tous les deux considérés. En moyenne, les réductions seraient de 50% pour le scénario (i) et 60% pour le scénario (ii) et ceci en tenant compte de l'état des mesures d'hygiène au sein des ménages (Tableau 7.4).⁹⁴

Tableau 7.4 : Réduction réalisable des cas de diarrhées avec l'amélioration des services

Taux de couverture de l'eau et de l'assainissement	Distribution de la population dans le bassin de la Seybouse 2012	Amélioration de l'eau et de l'assainissement	« Benchmark » de Réduction réalisable des cas de diarrhée quand une :	
			Bonne hygiène au niveau du ménage est vérifiée	Amélioration de l'hygiène au niveau du ménage est nécessaire
Adduction d'eau potable et connexion au réseau d'égout	83%	Amélioration de la fiabilité et de la qualité de l'eau courante (de manière à assurer l'approvisionnement en eau de façon suffisante et sûre) pour ceux de cette population ayant actuellement la fiabilité de l'eau et des problèmes de qualité	15%	45%
Adduction d'eau potable et pas de connexion au réseau d'égout	5%	a) Amélioration de la fiabilité et de la qualité de l'eau courante (de manière à assurer l'approvisionnement en eau de façon suffisante et sûre) pour ceux de cette population ayant actuellement la fiabilité de l'eau et des problèmes de qualité b) Connexion des eaux usées (et chasse d'eau pour ceux qui ont des toilettes sèches ou pas de toilettes) pour toute cette population.	35%	65%
Pas d'adduction d'eau potable	0%	Adduction d'eau fiable et sûre dans les locaux de toute cette population	25%	55%

⁹⁴ Bassi et al. (2011).



et connexion au réseau d'égout				
Pas d'adduction d'eau potable et pas de connexion au réseau d'égout	12%	Adduction d'eau fiable et sûre et connexion des eaux usées (et chasse d'eau pour ceux qui ont des toilettes sèches ou pas de toilettes) pour toute cette population.	45%	75%
Total	100%		28%	60%

Source: adapté de Bassi et al. (2011) ; UNICEF MICS (2012) ; et Auteurs.

105. Les coûts d'investissements et de sensibilisation se rapportant à l'amélioration de l'adduction d'eau, de l'assainissement et des mesures d'hygiène sont illustrés dans le Tableau 7.5 avec de larges variations. Des réductions moyennes de 50% pour l'assainissement et 60% pour l'eau et l'assainissement ont été adoptées pour dériver les gains qui s'élèvent à 9 millions de DA en 2013 (Tableau 7.6) si les investissements venaient à être immédiatement réalisés dans le Bassin de la Seybouse en milieu rural. Une intervention augmenterait le taux de couverture de l'assainissement de 17% en 2012 et inclura l'accroissement de la population jusqu'à 2031 en milieu rural. Une intervention augmenterait le taux de couverture de l'eau et de l'assainissement de 16% en 2012 et inclura l'accroissement de la population jusqu'à 2031 en milieu rural.

Tableau 7.5 : Investissements et avantages actualisés pour l'eau et l'assainissement, 2012-31

Eau et assainissement en milieu rural	Investissement par habitant		Investissement initial de 2012	Investissement total actualisé à 10% sur 20 ans	Avantage initiale de 2013	Avantage total actualisé à 10% sur 20 ans
	Borne inférieure DA/hab	Borne supérieure DA/hab.	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
Eau	9,348	11,685				
Assainissement	3,895	5,453				
Sensibilisation à l'hygiène	390	701				
scénario 1 Assainissement et Sensibilisation			562	667	165	2.191
scénario 2			4.405	5.229	515	6.835



Eau, Assainissement et Sensibilisation						
scénario 3			4.967	5.896	680	8.205
scénarios 1 et 2						

Note : des coûts d'entretien de 3% pour l'adduction d'eau et l'assainissement de l'investissement initial ont été considérés avec une augmentation nette de 3% par an sur la période. Le coût de la sensibilisation est alloué durant la première année avec des rappels médiatiques annuels.

Source : site web de WASH : <www.sanitationupdates.wordpress.com/2012/10/16/wash-by-numbers-the-latest-on-cost-benchmarks-economic-returns-and-handwashing/>; et Auteurs.

106. Le scénario 1 consistant à assurer un assainissement amélioré à 107.677 habitants dans le Bassin de la Seybouse entre 2013 et 2031 est rentable avec une VAN positive de 1,3 milliards de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C de plus de 1. Le scénario 2 consistant à assurer l'eau potable et l'assainissement amélioré à **279.259** habitants dans le Bassin de la Seybouse entre 2013 et 2031 et est rentable avec une VAN positive de 985 millions de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C de plus de 1. Pour le scénario 3, qui comprend les scénarios 1 et 2, est considéré, l'investissement est toujours rentable avec une VAN positive de 2,3 milliards de DA, un TRI de plus de 10% et une VA du Ratio A/C de plus de 1 (Tableau 7.6). En d'autres termes, l'assainissement avec ou sans l'eau potable justifie les investissements et réduira par à coup la pollution des ressources en eau.

Tableau 7.6 : Analyse Coût/Avantage de la restauration de l'eau et l'assainissement ruraux, 2012-31

Indicateurs de l'Analyse C/A	Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans)	Scénario 1 Eau et sensibilisation sur 20 ans	Scénario 2 Eau, assainissement et sensibilisation sur 20ans	Scénario 3 Scénarios 1 et 2 sur 20 ans
VAN millions de DA	>0	1.325	985	2.309
TRI	≥10%	33%	13%	15%
Ratio A/C (valeur présente)	>1	3,3	1,3	1,4
Résultats		A Considérer	A Considérer	A Considérer

Note : le flux des avantages survient 1ans après l'investissement.

Source : Auteurs.

7.4 Amélioration de la Gestion des Décharges

107. Il y aurait une difficulté à rattacher la gestion des déchets dans le Seybouse à un système centralisé qui couvrirait les villes et les zones rurales mais un montage institutionnel reste à être réalisé. La génération de déchets pour les zones urbaines et rurales qui ne sont pas collectés atteignent 203 tonnes/jour. Par ailleurs, l'enfouissement des boues des STEPs n'est pas inclus dans l'évaluation.



108.

Tableau 7.7 : Investissements et avantages actualisés pour les déchets, 2012-31

Eau et assainissement en milieu rural	Investissement initial de 2012	Investissement total actualisé à 10% sur 20 ans	Avantage initiale de 2012	Avantage total actualisé à 10% sur 20 ans
	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
scénario 1 : Station de Transfert, Ségrégation, 15% de recyclage, 15% de compostage et enfouissement	2.980	4.528	462	4.180
scénario 2 : Station de Transfert, Ségrégation, 10% de recyclage, 10% de compostage et enfouissement	2.558	3.958	354	3.234
scénario 3 : Station de Transfert, enfouissement et génération d'électricité	220	700	82	871

Note : des coûts d'entretien de 5% pour des investissements initiaux ont été considérés avec une augmentation nette de 3% par an sur la période.

Source: World Development Indicators (2013); et Auteurs.

109. Les coûts d'investissements se rapportent à l'amélioration d'une partie de la chaîne de déchets domestiques et couvrent des stations de transferts jusqu'à l'enfouissement pour les déchets générés par les villes et les zones rurales avec une population de près de 650.000 habitants en 2012 et atteignant 835.000 habitants en 2031 (Tableau 7.7).

110. Ainsi, 3 scénarios ont été retenus sur 20 ans pour le Bassin de la Seybouse : le scénario 1 consistant à assurer dans chacune des Wilayas 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 15% et un compostage de 15% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; le scénario 2 consistant à assurer dans chacune des Wilayas 1 station de transfert, 1 station de ségrégation avec un recyclage de 10% et un compostage de 10% avec l'enfouissement du volume résiduel dans une décharge ; et le scénario 3 consistant à assurer dans chacun des Wilayas 1 station de transfert et une décharge améliorée permettant la construction de cellules afin de générer de l'électricité. Ainsi, les coûts d'investissement varient entre 408 et 5.924 millions de DA et les coûts de transport (3,5 DA par km/tonne) des stations de transfert à la ségrégation et enfouissement, et d'opérations et d'entretien sont compris dans l'analyse. Les gains de la première année varient entre 82 et 462 millions de DA (Tableau 7.8).

Tableau 7.8: Analyse Coût/Avantage de la restauration des déchets domestiques, 2012-31

Indicateurs de l'analyse C/A	Critère de rentabilité (taux d'escompte de 10% et durée de l'investissement de 20 ans)	Scénario 1 Station de transfert, ségrégation, 15% de recyclage, 15% de compostage et enfouissement	Scénario 2 Station de transfert, ségrégation, 10% de recyclage, 10% de compostage et enfouissement	Scénario 3 Station de transfert, enfouissement et génération d'électricité
VAN millions de DA	>0	-4.882	-4.162	23



TRI	≥10%	--	--	11%
Ratio A/C (valeur présente)	>1	0,5	0,5	1,3
Résultats		A Rejeter	A Rejeter	A Considérer

Source : Auteurs.

111. L'analyse C/A a été faite pour l'amélioration d'une partie de la chaîne de gestion des déchets domestiques et les résultats sont illustrés dans le Tableau 7.8 (voir l'Annexe V pour le détail des analyses). Les scénarios 1 et 2 ne sont pas rentables économiquement, car trop coûteux. Cependant, le scénario 3 est rentable avec une VAN positive de 23 millions de DA, un TRI de 11% et une VA du Ratio A/C de 1.3 (Tableau 7.8).

7.5 Réduction de l'Erosion en Amont pour Réduire l'Ensablement des Barrages

112. La protection des barrages contre l'envasement nécessite une protection intégrée des bassins versants de l'Oued Cherfet de l'Oued Bou Hamdane en termes de : Reboisements ; Correction torrentielle ; Techniques de défense; et de restauration des sols; et la vidange de fond des deux barrages. Ces approches sont préventives et plus efficaces que le coût de remplacement comme le relèvement du barrage et mériterait d'être ainsi considérée pour un calcul éventuel des coûts de la restauration.

113. Ainsi, certaines interventions ont été effectuées en Algérie sur certains Oueds en amont mais il est néanmoins très difficile d'évaluer l'impact exact de la lutte antiérosive sur la maîtrise et la mobilisation des eaux de surface ou la gestion des terres agricoles. Toujours est-il que la Banque mondiale (2010) a évalué de telles interventions dans le bassin de Barbara au nord du Bassin de la Medjerda en Tunisie dont de nombreux versants ont la même topographie et subissent les mêmes conditions climatiques et par à-coup, la même érosion. Cependant, l'évaluation tire les avantages directs des pratiques de conservation comme les aménagements ou la plantation de blé, d'arbres, etc. et indirectes comme la séquestration de carbone sans vraiment essayer d'établir une causalité entre les interventions et la réduction de l'envasement des barrages.

114. La VAN avec un taux d'escompte de 10% sur 20 ans est de 47.000-252.500 DA/ha sur la zone traitée pour les interventions dans la Barbara. L'agroforesterie (olivier/céréales en intercalaire), l'amélioration des terres des parcours, les prairies permanentes et la plantation de sulla (ressources phylogénétiques fourragères) sur les terres de culture contribuent le plus à ce résultat, car ce sont les interventions les plus rentables du point de vue social. Les cordons et les seuils en pierres sèches n'apparaissent rentables uniquement en combinaisons avec l'agroforesterie. S'ajoute à ces avantages une VAN de 5.500-270.000 DA/ha au niveau de l'environnement global. Les interventions du Commissariat Régional de Développement Agricole donnent des résultats quasi similaires ou 135.000 DA/ha avec un taux d'escompte de 2% sur la zone d'intervention.

115. Il n'en demeure pas moins que vu la difficulté de dériver des coûts utilisables de prévention de l'érosion, l'analyse C/A ne sera pas faite dans ce cas de figure mais il est urgemment nécessaire de lancer une étude comparative en utilisant une analyse multi variée afin d'établir une



corrélation entre topographie, utilisation des sols, précipitation et envasement de barrages sur les 2 barrages de la Seybouse. Ceci permettra de dériver les déterminants de l'envasement nécessaires pour la conception et la réalisation d'interventions en amont susceptibles de réduire l'envasement des barrages.



8. Conclusions et Recommandations

116. Le diagnostic et les analyses qui ont été développés dans les précédents chapitres, tenant compte des mesures et actions mises en œuvre notamment par les secteurs des ressources en eau et de l'environnement dans le sens d'une gestion intégrée durable de l'eau, permettent d'aboutir aux conclusions et recommandations suivantes :

- i. Les problèmes environnementaux et de gestion liés à l'eau identifiés constituent un fardeau pour l'économie. En effet, le coût pour la société algérienne résultant de ces problèmes est estimé à 27 milliards de DA/an, soit 324 millions de US\$/an.
- ii. La vétusté des réseaux d'eau potable et d'irrigation, entraînant des pertes significatives de ressources en eau du Bassin de la Seybouse, représente une part relativement importante du coût de la dégradation. A ce coût s'ajoutent les subventions sur la tarification de l'eau et de l'énergie : le prix de l'eau et de l'énergie est relativement faible et il n'existe pas un intérêt particulier chez le citoyen à utiliser rationnellement l'eau distribuée. Par rapport à problème de vétusté des réseaux, le secteur des ressources en eau a engagé depuis plusieurs années un programme national de rénovation et de réhabilitation des systèmes d'alimentation en eau potable et d'irrigation en s'appuyant sur des études de diagnostic. S'agissant du prix de l'eau potable, le système de tarification existant est fondé sur une différenciation selon les types d'usages et une progressivité selon les niveaux de consommation et ceci, dans un objectif d'équité sociale et de régulation des consommations élevées.
- iii. Bien que l'eau potable existe et est accessible à la majorité de la population, cette eau peut contenir des agents pathogènes ou chimiques qui peuvent nuire à la santé et susciter des perceptions fausses chez les citoyens. Le recours à l'achat d'eau en bouteille témoignent de cette perception non par confort mais pour avoir une eau de boisson indemne de toute pollution.
- iv. Les services publics de l'eau potable, de l'assainissement et des déchets communaux en milieu rural sont relativement marginalisés, malgré que dans ce milieu on trouve les contaminations d'eau les plus élevées. La situation en matière de déchets communaux est encore plus préoccupante puisque c'est la quasi-totalité de ce service qui est mis à la charge des communes sans moyens.
- v. La coordination entre les institutions de l'eau est limitée à une approche « top-down » de la planification en matière de développement et de gestion de l'eau et peu d'attention est donnée à la gestion intégrée des ressources et en particulier le côté « soft ».
- vi. Le PDARE est basé essentiellement sur les aspects techniques alors que les aspects économiques, sociaux et environnementaux impactent le bassin.
- vii. Les questions environnementales relèvent uniquement des compétences des autorités environnementales du pays et sont traitées à titre d'avis ou de conseil et ceci, faute d'intégrations et de réflexions « transversales » ainsi que de la responsabilisation



précise des institutions existantes pour atteindre les objectifs globaux du développement durable dans le Bassin de la Seybouse.

117. Quatre domaines d'intervention sont proposés pour la gestion intégrée et durable des ressources en eau de la Seybouse qui sous-tendent les recommandations de la présente étude :

a) **La priorisation des interventions permettant de réduire les pertes techniques et financières des services d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation, et pouvant aussi améliorer la gestion de l'eau.** Les investissements et les mesures institutionnelles devront être orientées principalement vers trois types d'intervention:

- i. La réhabilitation des réseaux d'eau potable, d'assainissement et d'irrigation sur la base d'un plan d'action chiffré articulé autour d'objectifs de réduction des pertes techniques et financières ;
- ii. Des changements structurels dans la gestion de l'eau (incitation, gouvernance, tarification prenant en compte les exigences de viabilité financière, de conservation, et de sensibilisation des usagers) ainsi que le choix des technologies pour une plus grande efficacité sur le plan économique, financier et environnemental ; et
- iii. L'amélioration continue des indicateurs de gestion et de performance pour l'alimentation en eau potable, l'assainissement et l'irrigation.

b) **La focalisation sur des investissements efficaces pour le contrôle de la pollution domestique dans les milieux ruraux et périurbains ainsi que de la pollution industrielle dans le Bassin de la Seybouse.** En priorité, il est recommandé que :

- i. L'État investisse dans le renforcement des infrastructures d'eau potable et/ou d'assainissement en milieu rural, en utilisant des technologies appropriées. Le développement de la stratégie serait basé sur des éléments économiques et environnementaux persuasifs et sur la mise en place d'indicateurs de suivi tels que la diminution du coût de la dégradation des ressources en eau.
- ii. Le Ministère de l'Environnement complète l'étude sur la pollution industrielle du Bassin de la Seybouse et institue un système de contrôle et de suivi des contrats de performance établis ou qui seront établis pour les industries les plus polluantes à Annaba, Skikda, El Tarf et Guelma.
- iii. Les investissements pour les centres d'enfouissement technique incluront non seulement le type d'enfouissement traditionnel mais aussi la génération des revenus additionnels en forme d'électricité ainsi que le traitement et la fermeture des décharges sauvages du Bassin de la Seybouse.
- iv. Les secteurs des ressources en eau et de l'environnement, à travers leurs représentants locaux, veillent à ce que les industries polluantes appliquent la réglementation qui instaure l'obligation de prétraitement de leurs effluents avant rejet dans les systèmes d'assainissement.

c) **Un réseau d'information décentralisé pour l'observation, le suivi, la surveillance continue des milieux et des ressources naturelles du Bassin de la Seybouse.** Ce réseau devrait être réorienté en mettant en relation les institutions de l'eau et de l'environnement notamment



l'ANRH, l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue, les directions des ressources en eau de wilayas ainsi que les directions de l'environnement de wilayas du Bassin de la Seybouse. Ce réseau aura pour objectifs de:

- i. définir et valider des protocoles d'échange avec d'autres sources d'information et bases de données notamment celles de l'ANRH ;
- ii. mettre en place des systèmes de mesures des prélèvements d'eau et de suivi de l'utilisation des sols en vue d'évaluer l'état des eaux et des sols;
- iii. améliorer la connaissance et l'évaluation du milieu à travers le contrôle des rejets d'effluents, en référence avec la réglementation en vigueur et leurs impacts sur la santé et la dégradation du capital naturel et ce, afin de contribuer à la prise de décision basée sur des données et informations précises et régulières ; etc
- iv. fournir à tout usager, toutes les informations et données sur la nature et la qualité des eaux et des sols ainsi que les contraintes, obligations et incitations.

d) **Une dimension d'action horizontale pour une gestion intégrée de l'eau dans le Bassin versant de la Seybouse est fortement recommandée.** Un renouvellement des efforts est requis pour étayer la planification des ressources au niveau du Bassin de la Seybouse avec une prise en compte des questions économiques, environnementales et sociales, ainsi qu'avec une base de connaissances nettement améliorée, des systèmes d'information et de bons outils analytiques. Cette tâche et les moyens nécessaires pourraient être attribués à l'ABH avec une compréhension claire que la planification ne doit pas être limitée à l'objectif d'adéquation de l'offre et la demande en eau au sens strict, mais doit s'étendre à d'autres aspects tels que l'environnement, l'industrie, l'agriculture, etc. Un système « horizontal » doit donc être mis en place à partir d'une réflexion globale et intégrée sur la gestion de l'eau dans le Bassin versant de la Seybouse. Il est fortement recommandé que les actions mises en œuvre soient soutenues par un groupe permanent établi au sein de l'ABH et qui devrait, en premier lieu :

- i. Consolider le bilan sur les ressources en eau et leurs usages dans le Bassin de la Seybouse en collaboration avec les institutions locales, les utilisateurs et les opérateurs.
- ii. Enrichir le PDARE pour prendre en compte dans les plans d'investissements, les coûts de la dégradation des ressources en eau du Bassin de la Seybouse et de leur restauration notamment à travers la réalisation planifiée de STEP permettant également de développer la réutilisation des eaux épurées.
- iii. Développer, par transfert des outils et du savoir-faire, une expertise sur l'évaluation des coûts de dégradation/restauration ainsi qu'une capacité de conseil dans les modes et moyens d'intégration de ces aspects dans les stratégies sectorielles et les programmes de développement.
- iv. Lancer des campagnes d'information et de sensibilisation auprès de la population et des établissements scolaires par l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue afin de partager avec les usagers de l'eau l'état de la dégradation des ressources en eau de la Seybouse et de ses conséquences sur la population.



9. Références

Arnold, B. and Colford, JM. 2007. "Treating water with chlorine at point-of-use to improve water quality and reduce child diarrhea in developing countries: a systematic review and meta-analysis." *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 76(2): 354-364.

Baker, B., Metcalfe, P. Butler, S., Gueron, Y., Sheldon, R., and J., East. 2007. *The benefits of the Water Framework Directive Programme of Measures in England and Wales*. Sponsored by Defra, Welsh Assembly Government, Scottish Executive, Department of Environment Northern Ireland, Environment Agency, Scottish Environment Protection Agency, Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform, Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research, UK Water Industry Research, the Joint Environmental Programme, UK Major Ports Group, British Ports Association, CC Water, Royal Society for the Protection of Birds, National Farmers' Union and Country Land and Business Association (the "Collaborative Partners").

Banque mondiale. 2007. *République Algérienne Evaluation du Coût de la Dégradation de l'Eau*. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique du Nord. Département Développement Durable. Rapport No. 38456-TN. Washington, D.C.

Banque Mondiale. 2010. *La Génération des Bénéfices Environnementaux pour Améliorer la Gestion des Bassins Versants en Tunisie*. République Tunisienne. Rapport No 50192 – TN. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique Du Nord Département Développement Durable. Washington, D.C.

Bassi, S. (IEEP), P. ten Brink (IEEP), A. Farmer (IEEP), G. Tucker (IEEP), S. Gardner (IEEP), L. Mazza (IEEP), W. Van Breusegem (Arcadis), A. Hunt (Metroeconomica), M. Lago (Ecologic), J. Spurgeon (ERM), M. Van Acoleyen (Arcadis), B. Larsen and, F. Doumani. 2011. *Benefit Assessment Manual for Policy Makers: Assessment of Social and Economic Benefits of Enhanced Environmental Protection in the ENPI countries. A guiding document for the project 'Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation on social and economic benefits of enhanced environmental protection'*. Brussels.

Centre d'analyse stratégique. 2009. *La valeur tutélaire du carbone*. Rapports et documents N.16/2009 - Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Paris.

Centre for Development and Environment (CDE). 2009. *Benefits of sustainable land management*. University of Bern. UNCCD, WOCAD, and others. Bern.

Commission of the European Communities (CEC). 1991. Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (91/271/EEC). OJ L135, 30.5.1991.

Clasen, T., Schmidt, W-P., Rabie, T., Roberts, I., and Cairncross, S. 2007. "Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis." *British Medical Journal*, 334:782-91.

Curtis, V. and Cairncross, S., 2003. "Effect of Washing Hands with Soap on Diarrhoea Risk in the Community: A Systematic Review." *Lancet Infectious Diseases*, vol. 3:275-81.



Daly-Hassen, H., Mansoura, A.B., 2008. "Private and social values and their distribution in Tunisian cork oak forests." Paper for the XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina, 18 – 23 October 2009.

Department for Energy and Climate Change (DEEC). 2009. *Carbon Valuation in UK Policy Appraisal: A Revised Approach*. London.

European Commission (EC). 2008. *Impact Assessment* - Document accompanying the Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020 - Commission Staff Working Document. Brussels.

European Commission (EC). 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.

European Environment Agency (EEA). Undated: glossary.eea.europa.eu

European Environment Agency (EEA). 2009. Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought.

Fewtrell, L., Kaufmann, R., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L., and Colford, JM. 2005. "Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis." Lancet Infectious Diseases, vol. 5:42-52.

FAO. 2010c. Global Forest Resources Assessment: www.fao.org/forestry/62318/en/

FAO.2011a. *State of the World's Forests 2011*. <www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e00.htm>

FAO. 2011b. *FAO Forestry Country Information: Tunisia*. <www.fao.org/forestry/country/en/tun/>.

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007. *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y.

IFH. 2001. *Recommendations for Selection of Suitable Hygiene Procedures for the Use in the Domestic Environment*. International Scientific Forum on Home Hygiene. United Kingdom.

Jebari, Sihem. 2009. *Water erosion modeling using disaggregation - A study in semi-arid Tunisia fractal rainfall*. Report No. 1047. Department of Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden.

Jebari, S., Berndtsson, R., Lebdi, F., and Bahri, A., 2012. "Historical aspects of soil erosion in the Mejerda catchment." Hydrological Sciences Journal, 57 (5), 1–12.

Karem A., Maamouri F., Ben Mohamed A. (sous la direction). 1999. *Actes du séminaire de Gestion et conservation des zones humides Algériennes*. Projet MedWet, Sousse, Octobre 1997, Tunis.



Kotuby-Amacher, Janice, Boyd Kitchen and Rich Koenig. 2003. *Salinity and Plant Tolerance*. Utah State University. Utah.

Lindhjem and Navrud. 2010. *Meta-analysis of stated preference VSL studies: Further model sensitivity and benefit transfer issues*. Prepared by Henrik Lindhjem, Vista Analyse, Norway, and Ståle Navrud, Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Working Party on National Environmental Policies, OECD.

Luby, S., Agboatwalla, M., Feikin, D., Painter, J., Ward Billheimer, MS., Altaf, A., and Hoekstra, R. 2005. "Effect of hand washing on child health: a randomised controlled trial." *Lancet*, 366: 225-33.

MA - Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C. www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf

Matthews, E. and Themelis, N.J. 2007. *Potential for Reducing Global Methane Emissions From Landfills, 2000-2030, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium*. NASA Goddard Institute for Space Studies, Earth Engineering Center, Columbia Univ. Boston.

Mediterranean Environmental Technical Assistance Program (METAP). 2009. *Coastal Legal and Institutional Assessment and Environmental Degradation, Remedial and Averted Cost in Coastal Northern Lebanon*. Funded by EC SMAP III and The Ministry of Foreign Affairs of Finland. Washington, D.C.

Merlo M. and L. Croitoru (eds.). 2005. *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value*. Wallingford: CABI Publishing.

Nelson, J. 1978. "Residential choice, hedonic prices, and the demand for urban air quality". *Journal of Urban Economics* 5 (3): 357-369.

Nordhaus, William. 2001. "Global Warming Economics." *Science*. 294(5545): 1283-1284.
Nordhaus, William. 2011. "Estimates of the Social Cost of Carbon: Background and Results from the RICE-2011 Model." *NBER Working Paper* No. 17540. Oct 2011.

Pimentel, D., Harvey, C., et al. 1995. "Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits." *Science*. 267: 1117-23.

Rabie, T. and Curtis, V. 2006. "Handwashing and risk of respiratory infections: a quantitative systematic review." *Tropical Medicine and International Health*, vol. 11(3): 258-67.

Raskin, P., Gleick, P.H., Kirshen, P., Pontius, R. G. Jr and Strzepek, K., 1997. *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*. Stockholm Environmental Institute, Sweden. Document prepared for UN Commission for Sustainable Development 5th Session 1997.

Sonneveld, B.G.J.S. and Dent, D.L. 2007. "How good is GLASOD?" *Journal of Environmental Management*, 1-10.

TEEB. 2009. *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers - summary: responding to the value of nature*. European Commission, Brussels.



TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Edited by Pushpam Kumar, Earthscan, London.

TEEB. 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Edited by Patrick ten Brink. Earthscan, London.

ten Brink, P. and S. Bassi. 2008. *Benefits of Environmental Improvements in the European Neighbourhood Policy (ENP) Countries – A Methodology*. A project working document for DGENV.

U.S. Department of the Interior (USDI). 2012. *U.S. Geological Survey Minerals Yearbook 2010*. Washington, D.C.

Van Acoleyen, M., and Baouendi, A. 2011. *Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation of social and economic benefits of enhanced environmental protection – Algeria Country Report*, funded by the European Commission. Brussels.

World Health Organisation (WHO). 2002. *Environmental Health Indicators for the WHO European region. Update of Methodology*. Geneva.

WHO. 2010a. *World Health Statistics 2010*. Geneva.

WHO/UNICEF. 2010b. *Progress on Sanitation and Drinking-Water 2010 Update*. Geneva

World Bank. 2004. *Cost of Environmental Degradation – The Case of Lebanon and Tunisia*. Environmental Economics Series. Paper number 97. Edited by M. Sarraf, M. Oweygene and B. Larsen. Washington, D.C.

World Bank. 2008. *Environmental Health and Child Survival: Epidemiology, Economics, Experiences*. Washington, D.C.

World Bank. 2010. *Lebanon Country Environmental Analysis*. Washington, D.C.

World Bank. 2011. *World Development Indicators*. Washington, D.C.

World Bank. 2012. *For Better For Worse*. Republic of Egypt. Washington, D.C.



Annexe I - Mission D'identification et Atelier de Validation

1. Mission d'Identification

1.1 Aperçu Général

Dans le cadre du programme régional « Mécanisme de soutien à la gestion intégrée durable de l'eau (SWIM-SM) », l'Algérie a bénéficié d'un financement auprès de l'Union Européenne, en vue de réaliser un projet portant sur l' « Etude du coût de la dégradation des ressources en eau dans l'oued Medjerda ». A cet effet, une mission d'identification a été effectuée en Algérie du 05 au 10 mai 2013, par Messieurs Sherif Arif et Fadi Doumani respectivement experts, de l'analyse politique et institutionnelle et de l'analyse économique du programme SWIM-SM ainsi que M. Kamel Djelal, expert national. Les travaux de concertation ont fait l'objet de deux réunions tenues au siège du MRE.

1.2 Réunion de lancement du projet

La réunion de lancement du projet a eu lieu le 5 mai 2013 à 10 h 00 au siège du Ministère des Ressources en Eau (salle 3ème étage). Les participants sont listés dans le Tableau A1.1. Un aperçu général et les objectifs de l'étude ont été présentés par M. Aichaoui Tahar, Directeur des Etudes et des Aménagements Hydrauliques et M. Sherif Arif, expert de l'analyse politique et institutionnelle de SWIM-SM. Une communication a été présentée par Monsieur Fadi Doumani, expert de l'analyse économique de SWIM-SM, axée notamment sur les points suivants :

- Les critères pour la sélection des bassins-versants.
- La présentation du cadre géographique de l'étude.
- La méthodologie de l'évaluation du coût de la dégradation et de son impact sur le PIB.
- Au cours du débat, il a été demandé à l'équipe d'experts de travailler de préférence sur le bassin-versant de la Seybouse au lieu de la Medjerda, en raison de l'intérêt technique et de la complexité de la situation en matière de pollution et de qualité de la ressource.

1.3 Réunion de restitution

En premier lieu, il est à noter que le choix du site du projet sur le bassin-versant de la Seybouse au lieu de la Medjerda, a été retenu par consensus entre les deux parties (MRE /UE).

A l'issue de la mission effectuée par les trois experts de SWIM-SM, dans les Wilayas de Constantine et de Annaba selon l'agenda établi, une réunion de restitution pour établir le plan de travail de cette étude s'est tenue le 9 mai 2013 à 14 h 00 au siège du Ministère des Ressources en Eau. Les experts ont fait part du déroulement de la mission et notamment des séances de travail tenues au siège de l'ABH Constantinois et à la DRE d'Annaba avec la participation des représentants locaux concernés, dont ceux de l'Environnement et de la Santé. Les experts ont mis l'accent sur la nécessité de disposer des données notamment sur les bilans hydriques et environnementaux du bassin-versant de la Seybouse et sur les



sources de dégradation et leur impact sur la qualité des ressources. A ce sujet, les participants sur le terrain se sont engagés à fournir les données nécessaires d'ici la mi-juin 2013 sous la coordination de l'ABH Constantinois.

Tableau A1.1 : Liste des personnes rencontrées à Alger, Constantine et Annaba, 30 juillet-04 août 2013

Institution	NOM, Prénom	Fonction
Ministère des Ressource en Eau (MRE)	AICHAOUI Tahar	Directeur des Etudes et des Aménagements hydrauliques
	BADJI Faiza	Sous-directrice Coopération
	HOUICHER El Hocine	Cadre /Coopération
	BENBETKA Abdelghani	Chef de Bureau / DAEP
	KHELFI Sabrina	Ingénieur Principal / DAEP
	GUEMACHE Leila	Sous-directrice / DHA
	KECHOUT Nesrine	Ingénieur /DHA
	BEY Lynda	Chef de Bureau / DAPE
	MENDES Amal	Chef de Bureau / DMRE
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)	TOLBA Tahar	Directeur Général Environnement et DD
	BOUTABA Yasmina	Sous-directrice / Assainissement urbain
	FERRANI Assia	Chef de Bureau
Ministère de la santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière (MSPRH)	BOURICHE Abdelouahab	Chef de programme
Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH)	TAIBI Rachid	Directeur Général
	MESRATI Toufik	Directeur Département Hydrogéologie
	GUEDJTAL Ali	Directeur Département Eaux Superficielles
	IFTENE Lounes	Directeur Département Pédologie
	HABOUCHE Salah E.	Directeur Département Laboratoire Eaux et Sols
	TIENTI Nassima	Chef de service



Institution	NOM, Prénom	Fonction
	DJETTOU Rachid	
	BENCHABEKH Abdellah	Chef de Service
	BOUHADED	Ingénieur ANRH Constantine
Agence de Bassin Hydrographique Constantinois – Seybouse – Mellègue (ABH CSM)	BOUCHEDJA Abdellah	Directeur Général
	FERRAH Abdenacer	Directeur Délégation Annaba
Direction de Ressources en Eau de la wilaya de Constantine	KAHOUL Zahir	Chef de Service
Direction de la Santé Publique de la wilaya de Constantine	Dr. SEGHIROU Fahima	Médecin Chef/Service Prévention
	TELLOUCHE Abdelhalim	Hygiéniste Spécialisé
Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Annaba	ATMANI Sebti	Directeur Par Interim
	DRICI Badreddine	Service Mobilisation
	BOUNEB Dallal	Service Assainissement
	DRISSI Djamila	Service Assainissement
	HAMZA Boueche	
	LAMECHE El Khamsa	
	ALI LAOUAR Imène	
Direction de l'Environnement de la wilaya de Annaba	ALLEG Omar	Directeur
	CHAOUI Fateh	
Direction de l'Environnement de la wilaya de Guelma	ABDAOUI Djamila	
Direction de la Santé Publique de la wilaya de Annaba	HAFAFSA Salim	
GIZ Bureau Alger	FEKAIRI Ahmed	Chef de programme



1.4 Conclusions de la réunion

- L'ANRH fournira les données sur les ressources en eau du bassin-versant et sur la qualité de l'eau recueillies par ses réseaux de surveillance.
- L'ABH Constantinois est désignée comme point focal pour la coordination en matière de collecte des données.
- Identifier l'organisme qui pourrait s'approprier l'étude à son achèvement étant admis que l'ABH Constantinois pourrait assumer cette fonction eu égard à son domaine de compétences en matière de gestion intégrée.
- Maintenir l'approche intersectorielle du projet (environnement-santé-ressources en eau).
- Evaluer les coûts d'opportunité des eaux dessalées et des eaux usées épurées.
- Possibilité d'organiser un atelier de formation pour deux cadres algériens, afin de leur permettre de maîtriser l'utilisation du modèle qui résultera de l'étude et ceci, aux fins d'application sur d'autres bassins-versants du pays.
- Le Ministère de l'Aménagement de Territoire, de l'Environnement et de la Ville a proposé aux experts de SWIM-SM d'intégrer dans cette étude la dimension pollution de l'air.
- Envisager la tenue d'un colloque maghrébin pour échanger les expériences dans le domaine couvert par l'étude.
- L'atelier de restitution des résultats de l'étude se tiendra courant octobre 2013. Le lieu de l'atelier sera fixé en temps opportun pour assurer sa bonne préparation.

2. Objectif, Résultats et Evaluation de l'Atelier de Restitution et de Concertation

2.1 Objectif de l'atelier

L'objectif de l'atelier était de:

- a) Présenter l'étude sur le coût de la dégradation des ressources en eau du bassin de la Seybouse.
- b) Discuter du contenu de ce rapport et recueillir les avis et commentaires des participants.
- c) Proposer des actions concrètes et des recommandations visant à améliorer la gestion des ressources en eau du bassin de la Seybouse intégrant les aspects environnementaux.

2.2 Méthodologie

Afin d'atteindre l'objectif de l'atelier, ce dernier a été conçu pour être très dynamique et interactif. Des présentations Power Point ont été faites pour illustrer les résultats du rapport sur le Coût de la Dégradation des Ressources en Eau avec des séances Questions et Réponses après chacune des cinq présentations. Les participants ont reçu des copies électroniques de toutes les présentations et le projet de rapport (liste des participants dans la section 2.7 de la présente annexe).



2.3. Agenda de l'Atelier

118. L'atelier a été organisé sur une journée (26 novembre, 2013) selon agenda détaillé dans la section 2.6 de la présente Annexe. Cet agenda était articulé comme suit :

- a) Introduction d'ouverture, aperçu général et objectifs de l'atelier ;
- b) Présentations de l'évaluation du CDRE en trois parties : (i) les principales données du pays et de l'évaluation des ressources en eau de la Seybouse et le cadre institutionnel ; (ii) le coût de la dégradation et de la restauration des ressources en eau ; et (iii) la présentation des conclusions et recommandations.
- c) Commentaires de clôture.

2.4 Déroulement et Résultats de l'Atelier

Déroulement de l'Atelier

Top of Form

En premier lieu, la présentation du cadre géographique, hydraulique et institutionnel de l'étude a fait l'objet de deux communications de l'ABH Constantinois-Seybouse-Mellègue présentées respectivement par :

Monsieur BOUCHEDJA Abdellah, Directeur général, portant sur la région Constantinois-Seybouse-Mellègue ;

Madame OUSFI Messaouda, Chef du département Etudes, portant sur le bassin de la Seybouse.

La restitution de l'étude a fait l'objet de cinq présentations, successivement par Monsieur Sherif ARIF, expert de l'analyse politique et institutionnelle et par Monsieur Fadi DOUMANI, expert de l'analyse économique.

La première présentation faite par Monsieur ARIF a porté sur le contexte général de l'évaluation économique de la dégradation des ressources en eau et de leur restauration. Elle a également traité des différentes composantes du projet régional SWIM-SM et notamment la composante Gouvernance dans laquelle s'inscrit l'étude Seybouse. Elle a enfin porté sur les critères de choix du bassin Seybouse et sur les résultats attendus de l'étude, notamment comme outil d'aide à la décision pour identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion du bassin.

La deuxième présentation faite par Monsieur ARIF a porté sur le contexte hydrique national, sur les caractéristiques du bassin Seybouse et sur les aspects institutionnels décrivant le rôle des différentes institutions en relation avec le thème de l'étude.

La troisième présentation faite par Monsieur DOUMANI a porté sur la méthodologie et les résultats de l'évaluation des coûts de la dégradation des ressources en eau dans le bassin Seybouse.

La quatrième présentation faite par Monsieur DOUMANI a porté sur la méthodologie et les résultats de l'évaluation des coûts de restauration des ressources en eau du bassin Seybouse aux plans qualitatif et quantitatif.



La cinquième et dernière présentation faite par Monsieur ARIF a porté sur les conclusions et recommandations de l'étude et notamment les actions et mesures réparties en quatre domaines d'intervention.

Concertation sur le contenu et les résultats de l'étude

Des débats ont eu lieu sous forme de questions-réponses, après chaque présentation.

Les principaux points soulevés par les participants sont les suivants :

- Les commentaires concernant le manque de qualité des CET réalisés et les retards dans l'éradication des décharges sauvages sont contredits par les actions réalisées sur le terrain ;
- La pollution agricole n'est pas nécessairement liée à une utilisation intensive des engrais et pesticides, d'autant plus que ces produits ne sont pas économiquement accessibles aux agriculteurs ;
- Les causes réelles de l'eutrophisation du barrage Hammam Debbagh n'ont pas été analysées ;
- La réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation est un axe important de la stratégie sectorielle ;
- En tant qu'instruments de planification à long terme, les PDARE et le PNE doivent intégrer la programmation de stations d'épuration qui contribuent à la restauration de la qualité des ressources en eau ;
- Les unités industrielles polluantes doivent être dotées de stations de prétraitement de leurs effluents à la charge des entreprises concernées et ce, conformément à la législation et la réglementation en vigueur ;
- Les actions de réduction de la dégradation des ressources en eau doivent également impliquer les usagers, comme par exemple pour la gestion des retenues collinaires et notamment la couverture des charges d'exploitation ;
- La collaboration avec l'université et les laboratoires de recherche est à promouvoir pour exploiter leurs données et leurs études ; et
- Le diagnostic général ne doit pas se limiter à faire état des insuffisances mais il doit aussi prendre en considération les actions concrètes mises en œuvre par les secteurs concernés dans le sens de la gestion durable de l'eau.

Réponses apportées par les experts

Au titre du diagnostic général, le chapitre Recommandations mettra l'accent sur les aspects positifs liés notamment aux actions mises en œuvre pour réduire la dégradation des ressources en eau et de l'environnement ;

Un atelier régional pour échanger les expériences de même nature est envisagé ;

Le rapport sera ajusté en prenant en compte les remarques et suggestions pertinentes des participants ; dans ce but, les informations et commentaires complémentaires doivent être transmis aux experts avant le 05 décembre 2013.

Clôture de l'atelier



Au terme des travaux de l'atelier, M. AICHAOUI a mis l'accent sur les conclusions suivantes :

L'étude d'évaluation du coût de la dégradation à l'échelle du bassin de la Seybouse constitue une expérience positive, malgré le délai limité à cinq mois pour produire le rapport;

L'outil d'évaluation économique de la dégradation/restauration des ressources en eau devra être mis à disposition accompagné d'une formation des cadres algériens, avec un financement de l'UE soutenu par une contribution budgétaire algérienne et ceci, pour permettre l'appropriation et l'essai de ce type d'étude sur d'autres bassins hydrographiques sous l'égide de l'établissement public national AGIRE;

La publication du rapport final sur le site de SWIM-SM est conditionnée par l'accord du Ministère des Ressources en Eau.

2.5 Résultats de l'Evaluation de l'Atelier et Recommandations

A la fin de l'atelier, les participants ont rempli un formulaire d'évaluation pour exprimer leur opinion au sujet de l'efficacité et l'efficacité de l'organisation de l'atelier. Les réponses ont ensuite été analysées pour en tirer des enseignements et des recommandations pour les activités futures. Ci-dessous une synthèse des résultats de l'évaluation. Sur les 55 participants qui ont assisté à l'atelier, 31 soit 56 % ont rempli le formulaire d'évaluation malgré des rappels répétés au cours de l'atelier à remplir l'évaluation à la fin de l'atelier

Concernant les Questions organisationnelles avant et pendant l'atelier

Comme représenté dans le tableau ci-dessous, un ensemble de huit critères ; A1 – A8 ont été évalués par les participants, en utilisant une échelle de notation de 1 à 5, avec 1 = "en désaccord", et 5 = "fortement d'accord". Toutefois, certains participants ont également évalué la première page de l'atelier.

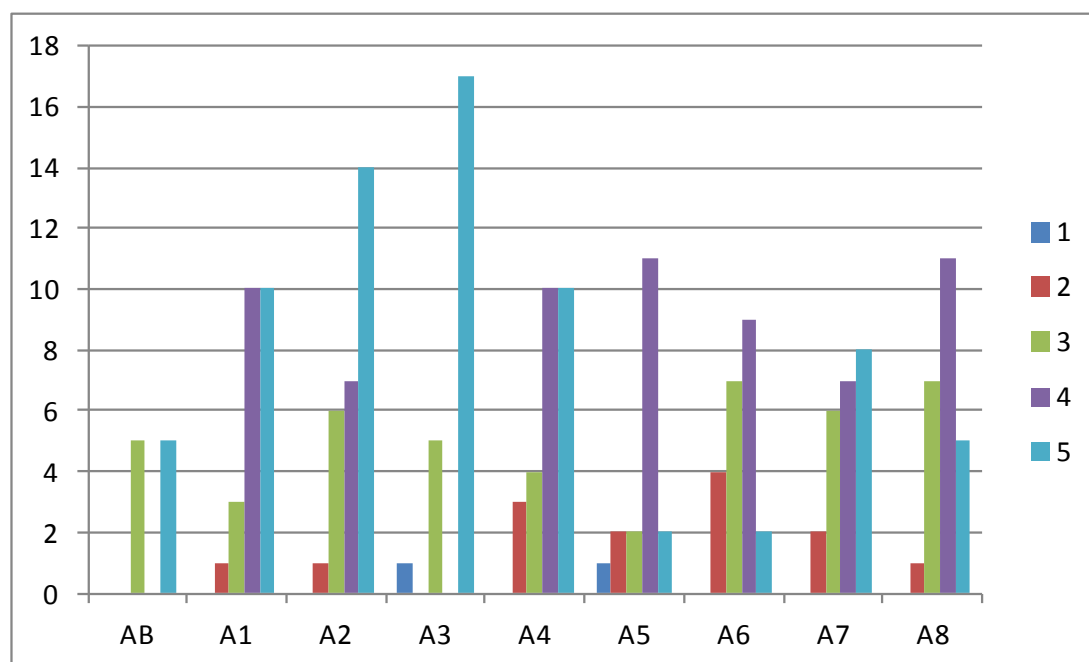
Tableau A1.2: Liste des critères A1-A8 et AB

A1	Bonne Gestion des invitations, Soutien à l'obtention de Visa, Diffusion d'informations et Gestion des difficultés
A2	Bon déroulement du programme, gestion efficace des besoins émergents et aide aux participants
A3	Efficacité logistique: Hébergement, Transport, Matériel et Équipement
A4	Communication Efficace des Objectifs et des Attentes par les Participants
A5	Suivi efficace des Préparations et des Progrès vers la réalisation de l'Évènement
A6	Clarté, Couverture et suffisance des notions, des objectifs, des produits et des résultats attendus
A7	Questions de procédure: Choix et Conception de la Méthodologie, Programme, Agenda et Règles de Travail
A8	Les présentations correspondent et contribuent aux Objectifs fixés et favorisent la



	Compréhension et la participation mutuelles aux questions relatives
AB	Notation générale du workshop

Figure A1.1: Résultats des Critères A



La notation moyenne est de 4 pour les critères A (Figure A1.1). Comme on le voit sur le graphique, 92 percentile comptent des notations de 3, 4 et 5 (70 percentile pour les notations de 4 et 5) et 18 percentile une notation de 1 et 2. En général, les participants étaient très satisfaits pour la plupart des aspects liés à l'organisation, de l'administration ainsi que la conception et le contenu bien que les faibles notations de A1 à A4 émanent du fait que certains participants n'ont pas reçu le rapport CDRE avant l'atelier alors que le Ministère des Ressources en Eau a bien envoyé le rapport sur CD mais certains courriers n'ont sans doute pas été livrés.

Concernant le déroulement de l'atelier

La même échelle de notation a été utilisé pour évaluer l'ensemble de critères, B1-B6 (Voir tableau ci-dessous) liés au déroulement de l'atelier.

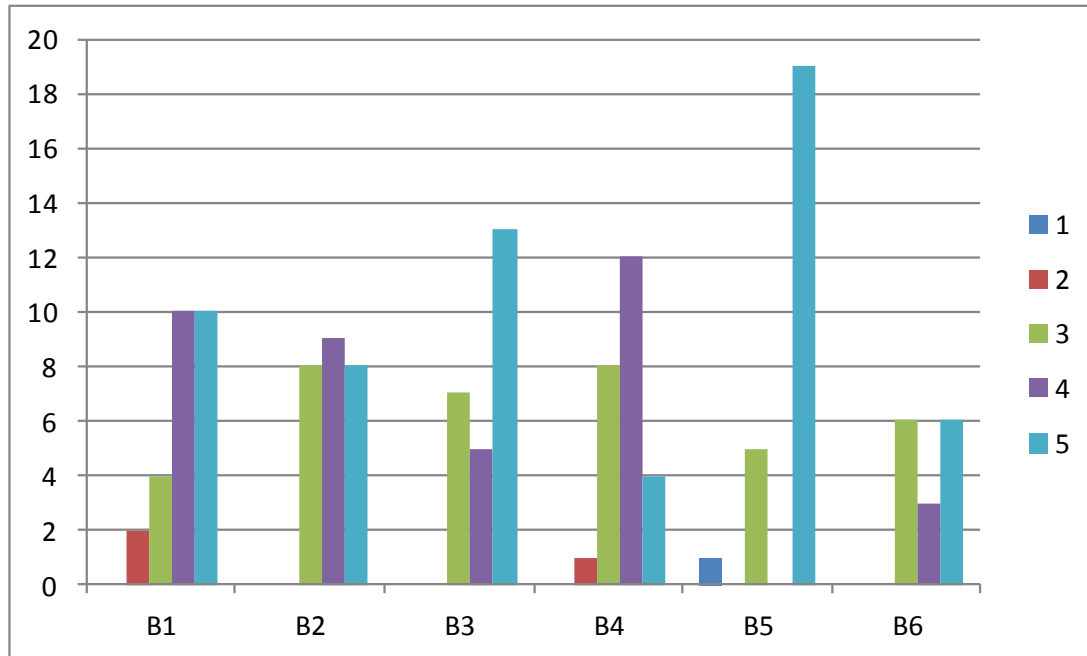
Tableau A1.3 : Liste des critères B1-B5

B1	Performance et interaction efficaces des participants
B2	Modération efficace de l'Atelier
B3	Coopération efficace et esprit d'équipe
B4	Mise en œuvre satisfaisante des objectifs fixés
B5	Durée de l'atelier de formation.: Très longue (note 1); Très courte (3); et Correcte (5)



B6 Impression positive générale sur le plan personnel des participant

Figure A1.2 : Résultats des Critères B



La moyenne des notations est de 4,1 pour les critères B (Figure A1.2). De même, les commentaires des participants ont été encourageants avec une grande majorité donnant des notations 3-4-5 ou 97 percentile (notations 4-5 avec 70 percentile) à des questions telles que la performance et l'interaction, la qualité de la facilitation et l'esprit d'équipe. De nombreux participants ont demandé une analyse plus approfondie et plus de temps pour les discussions montrant ainsi un intérêt certain pour l'activité et ses résultats.

Concernant les impressions personnelles et recommandations

Les participants ont été invités à s'exprimer sur les aspects qu'ils ont plus apprécié et leurs recommandations pour toute amélioration dans le futur. Voici un résumé des résultats:

Les participants on apprécié	Suggestions pour des améliorations
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interactions et facilitation ➤ Patience de l'équipe ➤ Organisation 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribuer le rapport à l'avance ➤ Plus de temps consenti aux techniques d'évaluation ➤ Participants et Officiels ont suggéré l'organisation d'un atelier pour toutes les Agences de Bassin

2.6 Agenda de l'Atelier

8 :30	Enregistrement
9 :00	Ouverture de l'Atelier



- M. Tahar Aichaoui, Directeur des Études et des Aménagements Hydrauliques,
Ministère des Ressources en Eau
- Mme Silvia Favret, Représentante de la Commission Européenne en Algérie
- 9 :15 Présentation du bassin hydrographique Constantinois
- M. Abdellah Bouchedja, Directeur Général de l'ABH CSM
- Mme Messaouda Ousfi, Chef du Département des Etudes, ABH CSH
- 9 :30 Contexte Général de l'Etude du Coût de la Dégradation des Ressources En
 Eaux du Bassin de la Seybouse
- Dr. Sherif Arif, Consultant Principal de l'Eau, SWIM-SM
- 10 :15 Débat
- 10 :45 Pause-Café
- 11 :00 Méthodologie et Évaluation du Coût de la Dégradation des Ressources En
 Eaux de la Seybouse
- Mr. Fadi Doumani, Consultant Principal de l'Économie de l'Eau
- 12 :00 Débat
- 13 :00 Déjeuner
- 14 :00 Méthodologie et Évaluation du Coût de la Restauration des Ressources En
 Eaux de la Seybouse (suite)
- Mr. Fadi Doumani, Consultant Principal de l'Économie de l'Eau
- 14 :30 Débat
- 15 :30 Pause-Café
- 15 :45 Conclusions et Recommandations
- Dr. Sherif Arif et Mr. Fadi Doumani
- 17:30 Clôture de l'atelier



2.7 Liste des Participants à l'Atelier de Restitution et de Concertation

Tableau A1.4 : Atelier de restitution et de concertation

	Prénom	Nom	Fonction	e-mail
Mme	Yamina	Abbas	Ingénieur, MRE	Abbasyamina@yahoo.fr
M.	Amel	Abdelaziz	Technicien supérieur en environnement, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement	ameldpeu@yahoo.fr
M.	Mekki	Abrouk	Agence de bassin Algérois- Soummam- Hodna, MRE	Mekki.abrouk@gmail.com
M.	Tahar	Aichaoui	Directeur des études et des aménagements hydrauliques, MRE	Deah.meda@yahoo.fr
M.	Redaounia	Amor	Chef de service, direction de l'environnement, W. Guelma	
Mme	Amar	Amrani	Chef de bureau DISI, MRE	a_amrani@mre.dz
M.	Salah Eddine	Aouadi	Chef de service hydraulique agricole DREW Souk Ahras	
M.	Cherif	Aoudjit	Programme GIRE CTB Algérie	caoudjit@btcctb.org
M.	Sherif	Arif	NKE SWIM-SM	sherifarif59@yahoo.com
M.	Naceddine	Azzaz	ABH Oranie – Chott Chergui MRE	Naceddine.azzaz@yahoo.fr
Mme	Faiza	Badji	Sous Directrice de la coopération et de la recherche, MRE	Badji_faiza@yahoo.fr
M.	Najib	Bekhouche	Directeur, MRE	Bekhouchenajib@gmail.com



	Prénom	Nom	Fonction	e-mail
Mme	Amel	Benhalima	Ingénieur principal , Direction de l'assainissement et de protection de l'environnement, MRE	Benhalia_Amelie@yahoo.fr
Mme	Samira	Bouharrou	Ingénieur principal, Direction Environnement, Annaba	Bouharrousamira@yahoo.fr
M.	Abdellah	Bouchedja	Directeur General ABH Constantinois-Seybouse-Méllègue	bouchedja@gmail.com
Dr.	Abdelouhab	Bouriche	Chargé de programme, Ministère de la santé, de la population, et de la reforme hospitalière	dz1300@yahoo.fr
Mlle	Djamila	Bousafsaf	Chef de bureau DRHFC, MRE	boussafsafdjamil@yahoo.fr
Mlle	Nassima	Chami	Ingénieur, MRE	chaminassima@gmail.com
M.	Amar	Chaouche	Financier Programme GIRE/CTB	chaoucheamar@voila.fr
M.	Kamel	Djelal	NKE SWIM-SM	Djelal99@yahoo.fr
M.	Fadi	Doumani	NKE SWIM-SM	fdoumani@yahoo.com
M.	Badreddine	Drici	Ingénieur d'Etat, Chef de bureau mobilisation des ressources en eau, DREW Annaba	eldrici@yahoo.fr
M.	Ahmed	Fekairi	Directeur GIZ	Ahmed.Fekairi@giz.de
Mlle	Assia	Ferrani	Chef de Bureau, Direction de la politique environnementale industrielle, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement	A_sissi2005@yahoo.fr



	Prénom	Nom	Fonction	e-mail
Mme	Leila	Guemache	Sous directrice DHA ,MRE	Guemache-mre@yahoo.fr
M.	Ali	Guedjtal	Directeur eaux superficielles, ANRH	dhyl@anrh.dz
Mlle	Amina	Guettai	Secrétaire de Direction, direction des ressources humaines, de la formation et de la collaboration, MRE	Amina862008@hotmail.fr
Mlle	Nabila	Hanouchi	Cadre, Direction Qualité de l'eau	dqetr@yahoo.fr
M.	Tarik	Hartani	ENSA	t.hartani@ensa.dz
M.	Elhocine	Houichek	Ingénieur d'Etat, direction des ressources humaines, de la formation et de la collaboration, MRE	Hocine.mre@gmail.com
M.	Zahi	Kamoul	Chef de service Mobilisation ressources en eau, DREW Constantine	medkamoul@gmail.com
Mme	Nesrine	Kechout	Ingénieur DHA ,MRE	kechournesrine@yahoo.fr
M.	Mohamed	Kessira	Sous-directeur DDAZASA/SOTI, Ministère de l'agriculture et du développement rural	akessira@yahoo.fr
Mlle	Sabrina	Khelfi	Ingénieur Principal DAEP , MRE	Khelfi.sabrina@yahoo.fr
M.	Seghaier	Khellaf	ABH CSM	Khellefseghaier@yahoo.fr
M.	Morrad	Khelladi	Consultant	mkhalidi@hotmail.com
M.	Lazhar	Benbrahim	Directeur général, Agence de Bassin Sahara, MRE	Lazhar_benb@yahoo.fr



	Prénom	Nom	Fonction	e-mail
Mme	Fatiha	Lesbat	Ingénieur d'Etat, Direction des études et des aménagements hydrauliques	lasberf@yahoo.fr
M.	Lounas	Iftene	Directeur, Pédologie, ANRH	pedo@anrh.dz
M.	Tahar	Maizi	Chef de service mobilisation des ressources en eau DREW Guelma	Tahar.maizi@yahoo.fr
Mlle	Zoubida	Mallek	Comptable, MRE	Compta.desh@hotmail.fr
M.	Belkacem	Maraf	Directeur général ABH Cheliff Zahrez	Abhzc02@gmail.com
M.	Mohammed	Meddi	ENSH Blida	m.meddi !ensh.dz
M.	Toufik	Mesrati	Directeur de Département, Hydrogéologie ANRH	smesratitoufik2006@yahoo.fr
M.	Ferhat	Mezghiche	Chef de Service AEP, DREW Constantine	Fermez02@yahoo.fr
M.	Azagine	Nebih	CTB	
Mme	Nadice	Ouchar Tounsi née	Chef de département études et évaluation de la Ressource, ANBT, MRE	N_ouchar@yahoo.fr
Mme	Asma	Ouramdane	Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement	a.ouramdane@hotmail.fr
Mme	Fahima	Rahal	Ingénieur DPAE, MRE	Fahi_fr@yahoo.fr
Mme	Sarah	Rueffler	Conseillère Technique	Sarah.rueffler@giz.de



	Prénom	Nom	Fonction	e-mail
M.	Hamouda	Sidhoum	Ingénieur d'Etat, MRE	yaouzisidhouni@yahoo.fr
Mlle	Nassima	Tienti	Chef de service, Laboratoire, ANRH	n.tienti@anrh.dz
M.	Moussa	Yalaoui	Sous-Directeur DEAH , MRE	Yalaoui_M_hydro@yahoo.fr
Mlle	Messaouda	Yousfi	Chef département d'études, Agence de bassin hydrographique CSM	Asma.yousfi2@gmail.com
M.	Larbi keda	YouYou	Ingénieur, Sous-direction des recharges ménagères, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement	redayouyou@yahoo.fr



Annexe II - Méthodologie générale pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation

Catégorie Eau et Sous-catégories

Qualité des services de l'eau potable ou domestique et de l'assainissement en milieux urbain et rural ainsi que des systèmes d'irrigation. L'état des prestations n'est pas considéré dans ce cas précis mais pourrait cependant être évalué en dérivant les coûts de remplacement associés aux sources alternatives d'eau domestique (bouteilles, puits, citernes, etc.) ou les coûts de production associés au nettoyage/dégorgage des fosses septiques en cas de carence des services.

Qualité de la ressource en eau. Dans cette sous-catégorie, celle-ci est exclusivement d'origine anthropogénique et est affectée par le rejet des eaux usées domestiques, les effluents industriels, miniers et halieutiques (pisciculture en eau fraîche) ainsi que par les eaux de ruissellement dus aux nitrates et pesticides utilisés par le secteur agricole. Les lixiviats sont cependant couverts sous Déchets. La pollution des eaux de surface et des eaux souterraine affectent l'usage de l'eau (domestique, agricole et industriel) ; l'écosystème (eutrophisation, effets sur les valeurs directes, indirectes et d'option, etc.) du bassin versant et des zones côtières; le coût des terrains, logements et appartements (méthode hédonique) le long des zones polluées; et l'éco-tourisme (perte d'opportunité surtout le long des berges et côtes polluées). Cependant, il est très difficile de pouvoir évaluer la dégradation de la qualité de l'eau par impact. Ainsi, des enquêtes utilisant une évaluation contingente permettent de dériver des préférences révélées (consentement-à-payer) des utilisateurs afin de gauger l'état de restauration de la ressource souhaité. Cette méthode est utilisée en se basant sur un transfert d'avantages (voir Annexe III). Par ailleurs, pour restaurer la qualité de la ressource, les investissements incluent d'habitude : un choix oscillant entre l'utilisation de procédés simples et peu coûteux comme l'assainissement naturel à l'aide roseaux à la construction de STEPs avec un traitement primaire, secondaire ou tertiaire pour les rejets des eaux usées domestiques ; le changement du procédé de production et/ou le traitement individuel ou collectif des effluents industriels ; une campagne de sensibilisation auprès des agriculteurs afin soit d'optimiser l'utilisation de pesticides et nitrates soit d'adopter l'agriculture bio ; et dans un cas extrême où la ressource est irrécupérable, une substitution de la ressource par une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau est considérée.

Salinité. La salinité des eaux de surface et souterraines est d'origine naturelle et anthropogénique (érosion des sols due à l'activité humaine), et a des effets sur la santé si l'eau est utilisée à des fins domestiques (voir ici-haut Qualité de l'Eau Potable), la productivité agricole et sur les écosystèmes. Seuls les effets sur l'agriculture sont pris en compte dans ce cas de figure avec l'utilisation d'un changement de production pour dériver le coût de la dégradation. Par contre, le coût de la restauration peut comprendre plusieurs alternatives : de la compensation de la salinité en utilisant plus de fertilisants (effet cependant pervers qui pollue les ressources en eau) ; à la dilution des ressources souterraines en injectant d'habitude des eaux usées traitées ; à une meilleur utilisation des sols en mettant en œuvre une stratégie d'aménagement du territoire qui peut comprendre comme instruments d'aménagement la reforestation, une gestion responsable des sols, la prévention ou l'atténuation de l'érosion hydrique et éolienne des sols, etc. ; et dans un cas extrême



où la ressource est irrécupérable, une substitution de la ressource par une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau peut être envisagée.

Efficacité des services. Les coûts d'opportunité peuvent aussi être calculés pour les pertes techniques du réseau de distribution, qui sont considérées dans cette étude, ou le temps perdu à transporter l'eau ou nettoyer/dégorger les fosses septiques. Par ailleurs, une augmentation de l'efficacité des systèmes d'irrigation s'effectue en utilisant le changement de productivité.

Quantité. La raréfaction des ressources en eau est d'origine naturelle et anthropogénique, et se manifeste par la réduction du flux ou le ruissellement, qui est exacerbée par une utilisation accrue de la ressource pour pallier à la croissance démographique et couvrir les activités économiques. Par ailleurs, le rallongement et dérèglement des cycles de sécheresses (fréquences et intensités) affectent les eaux de surface et des eaux souterraines qui subissent un abaissement du niveau des nappes phréatiques et des nappes profondes. Le manque de flux est compensé d'habitude : dans un cas d'urgence, par l'utilisation spontanée des eaux usées traitées ou non traitées pouvant causer la contamination de la chaîne alimentaire ; dans un cas intermédiaire, par un pompage plus en profondeur (abaissement rapide ou utilisation de l'eau fossile donc non-renouvelable) des ressources souterraines est nécessaire pour pallier aux besoins domestiques et/ou maintenir la productivité agricole ; et dans un cas extrême, par une substitution de la ressource nécessitant une adduction d'eau plus éloignée ou le dessalement et le transport de la ressource en eau est considérée pour les eaux de surface. Le changement de production, les coûts d'opportunité (manque à gagner) et les coûts de remplacement sont considérés pour le calcul du coût de la dégradation alors que le coût de la restauration dépend de l'alternative de substitution retenue.

Erosion et Stockage. La gestion de la ressource en eau est affectée par l'érosion et exacerbée par les changements climatiques qui réduisent la capacité de stockage. L'ensablement et la sédimentation des barrages, des lacs collinaires, des lits des fleuves et des côtes sont accentués par une utilisation inadéquate des sols en amont (comme la déforestation, gestion irresponsable des sols, érosion hydrique et éolienne des sols, etc.) et exacerbés par le dérèglement climatique se manifestant par une fréquence et une intensité accrues des inondations durant les saisons humides. Les coûts de remplacement peuvent être calculés en considérant la baisse de la valeur nutritive des sols qui doit être compensée par des engrais, les coûts d'opportunité (lâchers nécessaires pour dégorger les bassins) de l'eau perdue et les dommages à l'écosystème ; les dépenses défensives (dragage ; construction de lacs collinaires pour absorber l'excès de sédimentation) ; les coûts de remplacement (relèvement des barrages ou construction de nouveaux barrages) ; les coûts d'opportunité (manque à gagner) du fait de la réduction du volume d'eau stocké et la réduction de la durée de vie des barrages et des lacs collinaires ; de la réduction des services des écosystèmes. Par ailleurs, les coûts de la restauration sont dans certains cas les mêmes coûts utilisés pour évaluer la dégradation comme par exemple les investissements pour la construction de nouveaux barrages. Mais les coûts de restauration peuvent aussi comprendre la mise en œuvre d'une stratégie d'aménagement du territoire qui peut comprendre des instruments comme la reforestation, une gestion responsable des sols, la prévention ou l'atténuation de l'érosion hydrique et éolienne des sols, etc.

Production hydroélectrique. La réduction de la production est enregistrée en cas de sécheresse et l'exacerbation des cas de sécheresse grâce aux changements climatiques risque de mener à des coupures de courant. Le coût de la dégradation considère le coût social de substitution de la génération électrique par des centrales alimentées par des énergies fossiles. Ce coût comprend les



effets des émissions de polluants et de GES. Le coût de restauration ou d'adaptation comprend notamment la substitution des centrales alimentées par des énergies fossiles par des centrales alimentées par des énergies renouvelables.

Catégorie Déchets et Sous-catégories

Chaîne des déchets solides en milieu urbain et rural y compris les boues issues des STEPs. La pollution issue des déchets domestiques et agricoles est bien sur d'origine anthropogénique. Ainsi, la mauvaise gestion des déchets solides domestiques ainsi que les boues (et éventuellement des dépôts de sel avec le dessalement qui est effectué par la SONEDE dans le sud du pays) et les déchets agricoles peut se traduire par plusieurs impacts comme : l'inconfort ; la santé ; la pollution visuelle, olfactive, auditive, de l'air, des sols et des ressources en eau (ruissellement des lixiviats) ; les décharges sauvages peuvent engendrer des explosions et des incendies ; la réduction des prix des terrains/bâtisses/appartements autour de la décharge ; etc. Les coûts de la dégradation considèrent toute la chaîne des déchets. Collecte: attribution de 1% du revenu disponible des ménages pour les ménages sans couverture pour les déchets solides alors que les boues sont collectées par les prestataires mais rejetées généralement de façon sauvage dans la nature (oueds, décharges, etc.). Décharges : coût de nettoyage par m³. Séparation et recyclage: coût d'opportunité des déchets recyclables en utilisant le taux du marché pour les matériaux non-recyclés. Manque à gagner de la production d'énergie par le manque d'utilisation des déchets agricoles. Réduction des prix des terrains autour de la décharge (préférences révélées en utilisant la méthode hédonique) ou des oueds ou les boues des STEPs sont rejetées: réduction des prix des terrains, bâtisses et appartements de : $\pm 15\%$ dans une circonférence jusqu'à 30 m autour de la décharge ; et de $\pm 10\%$ dans une circonférence de 30 à 100 m autour de la décharge.⁹⁵ Capture du méthane dans les décharges sanitaires : manque à gagner de la production d'énergie et empreinte carbone en l'absence d'un site d'enfouissement sanitaire. Par ailleurs, le coût de la restauration dépend des alternatives retenues pour la collecte, les stations de transfert, les stations de séparation et de recyclage ; et les décharges sanitaires avec ou sans la capture du méthane.

Chaîne des déchets médicaux et dangereux. Celle-ci n'est pas considérée dans cette étude mais l'impact pourrait être plus important que les déchets domestiques si les prestations pour gérer les déchets médicaux et dangereux ne sont pas adéquates.

Catégorie Air

Contexte

La pollution atmosphérique, qui est causée par des processus industriels et miniers, la production d'énergie, différents modes de transport, la consommation d'énergie domestique, d'autres activités ainsi que des causes naturelles (tempêtes de sable) est attribuable à des polluants communs, mais nuisibles tels que notamment l'ozone (O₃), particules fines respirables (PM_{2.5} et PM₁₀), monoxyde de carbone (CO), monoxyde et dioxyde de soufre (SO_x), monoxyde et dioxyde d'azote (NO_x) et plomb, ainsi que les composés organiques volatils (COV). Toutefois, jusqu'à 98% des prestations de

⁹⁵ Nelson (1978).



santé attribués au 1990 Clean Air Act états-unis, de 1970 à 1990 provenaient de la réduction des PM et de plomb, les autres composés ne représentaient que 2%. Par ailleurs, tandis que les effets à court terme et à long terme des expositions à des niveaux élevés de pollution de l'air extérieur sont en général à souligner, une étude des principaux cinq polluants aux États-Unis a montré qu'à long terme, l'exposition chronique à de faibles concentrations de polluants atmosphériques peut aussi affecter la santé humaine. En outre, des niveaux élevés de SO₂ et de NO_x pourraient avoir des effets néfastes quand ils réagissent avec d'autres substances dans l'atmosphère pour former des particules, par exemple, SO₄²⁻. Pour le cas de l'O₃ et COV, une courte exposition à des niveaux élevés peut avoir des effets graves sur la santé, mais l'OMS et l'USEPA ont révoqué les directives sur l'exposition annuelle. Les différents effets des polluants atmosphériques sont développés dans le tableau A2.1.

Tableau A2.1 : Effets sur la santé associés à l'exposition aux polluants et au bruit

Polluant	Effets sur la santé
PM ₁₀	L'exposition chronique aux particules fines en suspension contribue au risque de développer des maladies cardio-vasculaires et respiratoires, ainsi que d'un cancer du poumon. Les PM _{2.5} pénètrent profondément dans les poumons et peuvent entraîner des maladies pulmonaires chroniques et éventuellement le cancer. Les substances chimiques peuvent adhérer à ou être incorporés dans ces particules. Ces dernières pourraient également être chargées électriquement par des champs magnétiques et électriques augmentant les risques de cancer. Les PM _{2.5} peuvent être transportées le plus loin par le vent et déposées loin des sources, provoquant des problèmes non seulement au niveau local mais aussi régional.
PM _{2.5}	
SO ₂	L'exposition chronique au dioxyde d'azote affecte le système respiratoire et les fonctions des poumons et provoque une irritation des yeux. L'inflammation des voies respiratoires provoque la toux, la sécrétion de mucus, l'aggravation de l'asthme et la bronchite chronique et rend les gens plus vulnérables aux infections des voies respiratoires. Les hospitalisations pour les maladies cardiaques et la mortalité augmentent les jours où les niveaux de SO ₂ élevés.
NO ₂	L'exposition chronique au dioxyde de soufre conduit à une réduction de la fonction pulmonaire, ainsi que peut causer le cancer du poumon et la bronchite chez les enfants asthmatiques. Ces derniers augmentent en association avec l'exposition à long terme.
O ₃	L'exposition chronique à l'ozone peut causer des problèmes respiratoires, déclencher l'asthme, réduisent la fonction pulmonaire et peuvent causer des maladies pulmonaires.
CO	L'exposition chronique au monoxyde de carbone affecte le cerveau, le système cardio-vasculaire, à savoir les poumons à des concentrations très élevées, l'exercice de muscle squelettique et le développement du fœtus.
COV	Une exposition chronique aux composés organiques volatiles peut conduire à une intoxication.
Pb	Une exposition chronique au plomb peut conduire à l'anémie, au malaise, et des dommages au système nerveux. Les enfants sont particulièrement vulnérables aux effets neurotoxiques du plomb. Des niveaux d'exposition relativement faibles peuvent réduire leurs scores de QI, provoquer des troubles d'apprentissage, produire de mauvais résultats scolaires et déclencher des comportements violents.
Bruit	L'exposition au bruit provoque l'infarctus du myocarde, l'angine de poitrine, l'hypertension et les troubles du sommeil.

Source: Daumani (2010); et site web de l'OMS: <www.who.int>.

En Algérie, la pollution atmosphérique est définie, dans l'article 3 de la loi 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, comme suit : "Pollution de l'Atmosphère : l'introduction de toute substance dans l'air ou dans l'atmosphère



provoquée par l'émanation de gaz, de vapeurs, de fumées ou de particules liquides ou solides susceptibles de porter préjudice ou de créer des risques au cadre de vie, à la santé ou à la sécurité publique ou à nuire aux végétaux, à la production agricole et aux produits agroalimentaires, à la conservation des constructions et des monuments ou au caractère des sites."⁹⁶ Par ailleurs, les seuils limites sont définis dans le Décret exécutif n° 06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique. Ces seuils limites sont confrontés à ceux de l'OMS and de l'USEPA dans le tableau A2.1.

Tableau A2.1: Directives relative à la Valeur Limite et aux Objectifs de Qualité pour les polluants de l'air ambiant

Polluant	Directives				
	(moyenne annuelle $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Algérie		OMS	USEPA	
	Valeur limite	Objectif de qualité			
Particules Totales en Suspension	N.D.	N.D.	Révoqué	Révoqué	
PM ₁₀	80	50	20	50	
PM _{2.5}	N.D.	N.D.	10	15	
NO ₂	200	135	40	100	
SO ₂	350	150	50		
O ₃	(8 heures) 200	(8 heures) 110	Révoqué: annuel 150 (8 heures) 100	Révoqué: annuel 240	
CO	N.D.	N.D.		(8 heures) 0,001 ppm	
Pb zones urbaines/industrielles	N.D.	N.D.	0,5-1,0	(3 mois) 1,5	

Source: Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire (2006), Décret N° 06-02 du 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique ; site web de l'OMS: <www.who.int>; et site web de l'USEPA: <www.epa.gov>. Le standard de l'OMS de 2005 pour le SO₂ est de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par 24 heures alors que la moyenne annuelle de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ était considérée par l'OMS en 2000.

⁹⁶ Portail algérien des énergies renouvelables. <http://portail.cder.dz/spip.php?article1791>



La méthodologie adoptée pour Annaba se concentre sur les PM_{10} , $PM_{2.5}$ et le plomb alors que les autres composés sont au dessus des seuils de l'OMS mais il y a un chevauchement certain entre PM et SO_2 et NO_x qui empêche de prendre en considération ces deux derniers dans l'analyse. Les données épidémiologiques suggèrent qu'il peut y avoir un lien entre exposition à l'ozone et la mortalité prématurée, toutefois il est difficile d'avoir le nombre de personnes exposées à plus de 8 heures par jour. Dans l'évaluation, les directives de l'OMS pollution de l'air sont considérées car les Algériennes sont en deux temps, une pour la santé et une pour le bien-être qui sont tous deux en deçà des normes de l'OMS (voir Tableau A2.1).

La métrique DALY

Les Années de Vie Corrigées du Facteur Qualité de Vie (DALY), qui est une métrique qui mesure l'augmentation ou la réduction de l'état de santé, a été utilisée pour déterminer la charge de pollution de l'air à Annaba en termes de santé. Ainsi, la mortalité et la morbidité découlant de Tableau A2.3 sont calculées en DALY perdues pour quantifier les effets sur la santé associés à la réduction ou l'augmentation du niveau de polluants. L'analyse d'attribuer une valeur pour chaque DALY perdues est ci-dessous.

Les DALY sont une mesure non-utilitariste qui mesure la charge de mortalité et de morbidité et exprime une année de vie perdue due à la mort prématurée et des années vécues avec une incapacité de gravité spécifiée et normalisée (0 à 1) et la durée (1 à 365 jours). La DALY est une année perdue de vie saine et pourrait être interprétée de deux façons différentes. Une DALY perdue est synonyme de l'ampleur du poids de la maladie, et une DALY évitée est synonyme de l'ampleur du poids de la maladie à être réduite grâce à un choix de politique, un projet ou d'intervention. L'espérance de vie DALY est fixé à 80 ans pour les hommes et 82,5 ans pour les femmes et les DALY [3,1] sont escomptées par un taux de 3% et incluent le poids de l'âge où une année de vie saine vécue à l'âge plus jeunes et plus âgés ont été pondérées mais ceci reste controversé: le taux d'escompte est considéré comme un taux d'actualisation social afin de refléter les préférences des gens en ce qui concerne une future maladie ou une condition, par exemple, le tabac tue, mais les jeunes continuent à fumer ce qui signifie qu'ils ont mis moins de poids sur leur santé avenir que sur leur santé actuelle, néanmoins, les DALY perdues pourraient être calculées sans l'actualisation sociale et le poids de l'âge, et est généralement représentée comme suit: DALY [0,0]. Ainsi les DALY perdues associées à des décès prématurés varie avec l'âge et est illustré dans le Tableau A2.3. Pour plus d'informations sur la gravité et la durée des différentes maladies pour dériver les DALY perdues, voir Murray et Lopez (1996) et site de l'OMS: <www.who.int>.

Table A2.3: Espérance de vie et DALY perdues à certains âges, par genre

Age	Espérance de vie		DALY perdues escomptée à 3%	
	Male	Femelle	Male	Femelle
A la naissance	80,0	82,5	33,0	33,0
5 années	75,4	78,0	36,5	36,7
15 années	65,4	68,0	36,8	37,0



30 années	50,5	53,3	29,6	29,9
45 années	35,8	38,7	20,2	20,7

Source: Murray and Lopez (1996).

Dose-réponse

L'évaluation va utiliser les preuves fondées sur l'exposition de la littérature internationale en utilisant les fonctions fournies par le risque relatif : Ostro et al. (2004) et Pope et al. (1995, 2002 et 2009). Les impacts de PM₁₀ et de plomb sur la morbidité sont basées sur des coefficients dose-réponse d'Ostro (1994) et Akesson et al. (1999) et sont illustrées dans le Tableau A2.3:

- La mortalité des adultes liés aux maladies cardio-pulmonaires et le cancer du poumon causé par une exposition prolongée aux PM_{2.5};
- Enfants de moins de 5 années de la mortalité liée aux maladies respiratoires provoquées par exposition à court terme aux PM₁₀;
- Pour tous les âges de la morbidité liée à l'exposition aux PM₁₀, comme la bronchite chronique, hospitalisations de patients atteints de problèmes respiratoires, des visites en salle d'urgence, Jours d'activité restreinte (JAR), infections respiratoires inférieures chez les enfants, et en général des symptômes respiratoires.
- La mortalité des adultes liée à une crise cardiaque liée à l'exposition au plomb;
- Morbidité des adultes liées à une crise cardiaque liée à l'exposition au plomb;
- Morbidité des adultes liées à l'hypertension liés à l'exposition au Pb ; et
- Enfants de moins de 5 ans subissant des pertes de points de QI.

Une question importante est de savoir si les effets de court terme et à long terme de l'exposition peuvent être agrégées pour estimer les dommages associés à la pollution de l'air. La réponse générale est oui, si les expositions touchent différents paramètres de la santé. Par exemple, dans le calcul des dommages de santé totales, il est certainement judicieux d'ajouter des cas de maladie respiratoire aiguë associée à des expositions de courte durée aux particules à des cas de bronchite chronique associé à une exposition à long terme aux PM.

La relation entre la pollution par les PM₁₀ de l'air et la mortalité à court terme sur les enfants prématurés de moins de 5 ans est généralement supposé être semi-logarithmique qui peut être appliquée pour estimer le risque relatif de mortalité par rapport aux niveaux de concentration de PM₁₀:

Risque relatif =

$$(1) E(\text{décès}) = \exp [\beta (\text{pollution}) - (\text{seuil composé})], (2) (\Delta \text{ décès}) / \text{décès} = \beta (\Delta \text{ de la pollution}).$$

De manière équivalente, ($\beta \Delta$ de la pollution) est la variation en pourcentage de décès liés à un changement donné de la pollution. Ceci implique qu'un changement donné de la pollution (par exemple, 10 microgrammes par mètre cube ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀) a le même pourcentage d'impact quel que soit le niveau de pollution.



La relation entre la pollution de l'air $PM_{2,5}$ et à long terme de mortalité prématurée chez les adultes de plus de 30 ans est généralement supposée être log-linéaire qui peut être appliquée pour estimer le risque relatif de mortalité par rapport aux niveaux de concentration des $PM_{2,5}$:

$$\text{Risque relatif} = [(X + 1) / (X_0 + 1)]^\beta$$

Où X est la concentration annuelle de $PM_{2,5}$ et X_0 est un seuil en dessous duquel on peut supposer que le risque relatif de mortalité par $PM_{2,5}$ est de 1,0 (pas d'effet de la mortalité émanant des $PM_{2,5}$, qui est considéré $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans ce cas). Le coefficient β est 0,1551 pour la mortalité cardio-pulmonaire et 0,2322 pour la mortalité par cancer du poumon.

Les fractions attribuables (FA) permettent d'évaluer la proportion de cas dans une population attribuable à certains facteurs de risque. L'une des approches les plus fréquemment appliqué pour le calcul de la FA est la formule de Levin, qui ne nécessite que l'estimation du risque relatif (RR) et la prévalence du facteur de risque (p):

$$AF = p * (RR-1) / 1 + p * (RR-1)$$

Où p est dérivé de l'OMS et est le poids de la prévalence de la maladie de facteurs de risque et RR est dérivée à partir des formules ci-dessus.

Observations utilisées

Les effets sur la santé de la morbidité sont considérés comme la bronchite chronique, hospitalisations de patients atteints de problèmes respiratoires, des visites en salle d'urgence, les jours d'activité restreinte, les infections des voies respiratoires inférieures chez les enfants, et en général des symptômes respiratoires. Bien que cette liste ne soit pas exhaustive, elle prend en compte les paramètres de la santé qui sont susceptibles d'avoir le plus grand impact monétaire sur les dommages totaux.

Tableau A2.3: Fonctions dose-réponses avec les principaux polluants: Estimations centrale

Effets annuels de santé et Directive pour les Polluants	Groupe d'Age ou % réduction	Effets d'1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de moyenne annuelle de concentration ambiante			
		PM_{10}	$PM_{2,5}$	Pb	SO_2
PM ₁₀ jusqu'à atteindre 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Mortalité prématurée	Moins que 5 ans	0,084			
Bronchite chronique	100.000 de >15 ans	0,87			
Admission aux hôpitaux	100.000 de >15 ans	1,2			
Visites aux Urgences	100.000 de >15 ans	23,5			
Jours d'activité restreinte (JAR)	100.000 de >15 ans	5 750			
Infection respiratoire	100.000 de < 5 ans	169			



Effets annuels de santé et Directive pour les Polluants	Groupe d'Age ou % réduction	Effets d'1 µg/m ³ de moyenne annuelle de concentration ambiante			
		PM ₁₀	PM _{2,5}	Pb	SO ₂
aiguë					
Symptômes respiratoires	100.000 de >15 ans	18 300			
PM _{2,5} jusqu'à atteindre 7,5 µg/m ³					
Mortalité prématurée	% réduction		0,8		
Pb jusqu'à atteindre 1 µg/m ³					
Mortalité prématurée	Par 100.000 males adultes >45 ans			35	
QI perdu (points)	Par 1 <5 ans			0,98	
Cas d'Hypertension	Par 100.000 males adultes >15 ans			7 260	
Visites de médecin: ½ par cas	Per 100.000 males adultes >15 ans			3 630	
JAR: 1 jour	Per 100.000 males adultes >15 ans			3 630	
Cas d'attaque cardiaque non-fatale	Per 100.000 males adultes >45 ans			34	
Admission aux hôpitaux: 3 jours	Per 100.000 males adultes >45 ans			17	
Visites aux Urgences: 1 jour	Per 100.000 males adultes >45 ans			17	
JAR: 4 jours	Per 100.000 males adultes >45 ans			136	
SO ₂ jusqu'à atteindre 50 µg/m ³					
Mortalité prématurée	% réduction				0,048
Symptômes respiratoires	100.000 de < 5 ans				0,0018
Gêne thoracique	100.000 de >15 ans				0,01

Source: Adapté de Ostro (1994); Pope et al. (1995); Pope et al. (2002) et OMS (2005).



Le Tableau A2.3 résume l'impact des polluants atmosphériques communs sur les postes de santé, y compris l'incidence (nombre de nouveaux cas) de bronchite chronique, d'hospitalisations pour troubles respiratoires, des voies respiratoires se traduisant par des journées d'activité restreinte et des symptômes (démangeaisons, larmolements, écoulement nez). Les estimations des effets de la pollution atmosphérique sur l'incidence des maladies chroniques proviennent d'études transversales. La plupart des impacts restants comptent sur la variation des séries temporelles de pollution de l'air afin de mesurer son impact sur la santé.

Il est à noter que, alors que l'impact d'un changement dans les concentrations de pollution est généralement mesuré en termes de variation en pourcentage du paramètre de santé. Lorsque l'impact est mesuré par personne (pour chaque personne dans la population exposée) il faut prendre soin de comparer la taille de l'effet estimé du nombre de base de cas de la maladie afin de vérifier que les résultats sont raisonnables.

Évaluation

Mettre une valeur sur la mortalité reste controversé. Pourtant l'approche du capital humain (HCA) et la valeur d'une vie statistique (VVS, qui est une expression des préférences pour réduire les risques de décès en termes monétaires) ont été utilisés comme une borne inférieure et la borne supérieure pour les cas de mortalité prématurée. Surtout, ces valeurs sont le coût social des décès prématurés et sont plusieurs fois plus élevé que la rémunération de mort prématurée réelle, par exemple, l'indemnité prévue par le secteur public ou du secteur privé (société d'assurance) sont beaucoup plus faibles que les valeurs considérées dans la l'analyse qui est considéré en termes d'économie sociale, qui est une branche de l'économie qui utilise les techniques microéconomiques (déclaré ou préférences révélées) pour valoriser les bien-être économique.

Le HCA, qui est considérée comme la valeur limite inférieure, est la valeur actuelle nette de la perte de revenu de la mortalité des moins de 20 ans à 65 ans. Par souci de simplification, le PIB par habitant est appliquée aux DALY perdues. Le VVS, qui est considéré comme la valeur limite supérieure, est dérivé de valeurs internationales et en utilisant une méthode de transfert des avantages. Dans ce cas particulier, la VVS méta-analyse de US\$ 3,5 millions en 2005 est fournie par Lindhjem et Navrud (2010) pour les 27 pays de l'Union Européenne, ajusté par le déflateur du PIB européen (US\$ 5,5 millions) et transféré pour l'Algérie en utilisant le différentiel du PIB par habitant en dollar basé sur la Parité du Pouvoir d'Achat et une élasticité de 1. Le VVS est divisé par 20 DALY perdues pour déterminer la valeur par DALY perdue (Tableau A2.5).

Tableau A2.5: Coût de la maladie utilisé pour la projection

Coût de la maladie		2012
Hospitalisation	DA/jour	5,463
Urgence	DA/visite	566
Docteur	DA/visite	522
JARs	DA/jour	1,023
HCA bas (morbidité)	DA/DALY perdu	431,566



VVS haut (mortalité)	DA/DALY perdu	5,374,426
----------------------	---------------	-----------

Remarque: Le transfert des avantages utilisé la parité de pouvoir d'achat (PPA) pour le différentiel de revenu parce que les taux de change nominaux ne reflètent pas toujours les différences internationales dans les prix relatifs par conséquent les taux de PPA permettent une comparaison standard des niveaux de prix réels entre les pays, tout comme des indices de prix conventionnels permettent la comparaison des valeurs réelles au cours du temps; l'élasticité-revenu est supposé être prudemment fixé à 1, ce qui signifie que le pourcentage de quantité demandée est exactement égale à la variation en pourcentage des revenus. Le facteur de conversion PPP \$ ou dollar international est utilisé pour le PIB, qui est le nombre d'unités de monnaie d'un pays nécessaire pour acheter la même quantité de biens et services dans le marché intérieur comme un dollar américain permettrait d'acheter aux Etats-Unis. Source de DALY perdues estimation: coefficients de dose-réponse (impacts sur la santé par $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont tirées d'études internationales. Voir Ostro (1994) et Lvovsky (2000). La population à risque est estimée à 90% de la population totale pour tenir compte de la population vivant sur les franges urbaines qui sont moins exposés aux mêmes niveaux de pollution de l'air en milieu urbain de concentration. Coût de la maladie (hospitalisation, visites chez le médecin, visites à l'urgence) est basée sur l'information des médecins en Algérie travaillant principalement pour le secteur privé. Jours d'activité restreinte (JAR): Estimation du coût est basé sur un jour de travail perdu par 1 JAR. Admissions à l'hôpital: Estimation du coût est basé sur une moyenne de deux jours d'hospitalisation et deux jours de travail perdus. Visites à l'urgence: Estimation du coût est basé sur le coût de la visite du médecin et 1/2 journée de travail perdue. La bronchite chronique (CB): Estimation du coût est basé sur la visite de médecin par mois pour 25% et deux fois par année pour les visites de 65% des individus avec CB; visite chez le médecin d'urgence une fois par an pour 30% des individus, et en moyenne de 6 jours d'hospitalisation une fois par an pour 2,5% des individus, et 5 jours de travail perdus par an pour 35% des individus. Pour CB, les coûts sont actualisés à 10% pour une période de 15 ans, reflétant la nature chronique de la maladie. Le coût des journées de travail perdues est basé sur le PIB / habitant réactualisé en 2012 divisé par 365 jours par an. Les données sont fondées sur les conclusions des États-Unis et en Europe (Schulman, Ronca, et Bucuvalas, Inc. 2001; et Niederman et al 1999).

Source: Banque mondiale (2004); Lindhjem et Navrud (2010); WDI (2013); et Auteurs.

Valoriser la morbidité, on peut utiliser soit le coût des estimations de la maladie ou les estimations du consentement à payer pour éviter la morbidité transférées à partir d'études internationales, avec ajustement pour le revenu. Dans le cas actuel, les coûts de la maladie ont été tirés du document Vers l'atteinte des objectifs de durabilité environnementale en Algérie (2004) préparé par la Banque mondiale, en les réactualisant et les projetant jusqu'en 2012. Le taux de croissance du PIB nominal est utilisé pour ajuster les différents coûts (Tableau A2.5). Il est important de mentionner que les chiffres sont censés être des coûts réels, indépendamment de l'action subventionnée par le secteur public.

Catégorie Biodiversité

Divers empiètements sont enregistrés le long du bassin se traduisant par des pertes des écosystèmes et de plantes médicinales. TEEB a été considéré pour le coût de la dégradation (pertes des services) alors que toutes les interventions des autres sous-catégories peuvent être considérées comme des coûts de restauration.

Catégorie Catastrophes Naturelles et Changements Climatiques

Les catastrophes naturelles et les effets des changements climatiques sont considérés dans un continuum allant du court au long terme.

Catastrophes naturelles. Les inondations, sécheresses, événements extrêmes, incendies, etc. verront leur intensité et leur fréquence s'exacerber avec le temps. Les coûts des impacts comprennent : la santé (mortalité, blessure, noyade, maladies contagieuses, stress psycho-physique) ; les biens détruits ; les biens dépréciés (préférences révélées en utilisant la méthode hédonique) dans des régions



susceptibles d'être le plus touchées par les inondations (dépréciation des prix des terrains dans les zones inondables), la houle (dépréciation des prix des terrains dans les zones côtière du fait de la houle et de l'érosion côtière), etc. ; la perturbation des services ; les infrastructures affectées; les ressources (lâchers avec réduction de la ressource et effets sur l'écosystème) dilapidées ; la productivité économique réduite; etc. Le coût de restauration ou de prévention dépend de l'état de préparation et de l'efficacité de la réponse.

Emissions de GES. Les modèles de réduction d'échelle pour estimer les effets des changements climatiques existent pour la Algérie. Cependant, dans ce cas de figure, seules les émissions de GES avec un effet sur l'environnement global seront considérées. Le World Resource Institute a identifié 2 tonnes de CO₂ par an et par habitant comme le seuil à ne pas dépasser pour limiter la croissance des températures à 2° Celsius au-dessus desquelles un changement climatique irréversible et dangereux deviendra inévitable. Ainsi, le coût de la dégradation considère les émissions de carbone marginaux qui dépassent les 2 tonnes de CO₂ par an et par habitant (l'excès des tonnes de CO₂ par an et par habitant à multiplier par la population et le prix du carbone). Le coût social de CO₂ présent et futur (2000-2099) représente les dommages causés par une tonne des émissions actuelles en termes de : inondations, sécheresses, élévation accélérée du niveau de la mer, baisse de la production alimentaire, extinction des espèces, migration, etc. Plusieurs estimations sont disponibles pour le coût social des émissions de CO₂ allant de \$EU 3 à \$EU 95 (Nordhaus, 2001; Stern, 2007; UNIPPC, 2007). Récemment, la Commission européenne (CE 2008 et DECC 2009) a considéré 6 \$EU la tonne comme valeur inférieure consolidé de CO₂ et l'étude française (Centre d'analyse stratégique, 2009) comme valeur limite supérieure de CO₂ avec 11 \$EU par tonne en 2009. Une fourchette de 11,3-15,4 \$EU par tonne de CO₂ en 2012 sont les prix ayant été considérés comme borne inférieure et borne supérieure basée sur Nordhaus, 2011, qui a ré-estimé le coût social du carbone au temps présent et jusqu'à 2015, y compris l'incertitude, pondération des actions, et l'aversion au risque. Le prix moyen considéré est donc de 13,6 \$EU équivalent à 1.059,3 DA par tonne de CO₂ et 46,1 \$EU équivalent à 3.592,2 DA par tonne de carbone en 2012.



Annexe III - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Eau

Méthodologie pour la Qualité de l'Eau

Contrairement aux transferts des avantages non ajustés où le consentement à payer (CAP) sur le site de la politique est supposé être égal aux valeurs moyennes du CAP sur le site d'origine ($CAP_p = CAP_s$). Les transferts tentent d'ajuster les valeurs en tenant compte de toutes les différences possibles (par exemple les variables socio-économiques et environnementales inclus dans la fonction agrégée avantages) entre les deux sites (voir Bateman et al. (2000) ou Garrod et Willis (1999)). L'équation 1 offre une représentation conceptuelle de l'approche fonction de transfert des avantages:

$$\text{Sondage sur le site: } CAP_s = \alpha + \beta_1 X_{s1} + \beta_2 X_{s2}$$

$$\text{Site de la Politique: } CAP_p = \alpha + \beta_1 X_{p1} + \beta_2 X_{p2}$$

Où s désigne le site du sondage, p le site de la politique et X_1, X_2 vecteurs des caractéristiques spécifiques et les caractéristiques de la population pour chaque site (par exemple les niveaux de revenu et de l'éducation, aux niveaux de référence qualité de l'eau, etc.). Le transfert des avantages est considéré comme un outil approprié pour le transfert des estimations du CAP ajusté entre différents endroits où le vecteur d'attributs et de caractéristiques socio-économiques (X_1, X_2) qui déterminent les similitudes et les différences entre la politique et le site de l'enquête ne peut être établie. Lorsque ces différences existent et leur ampleur sont connus, il est possible de substituer les variables connues dans le site d'origine enquête avantages agrégés pour fonction de fournir des estimations. Cet exercice implique le choix sur les facteurs qui sont inclus et qui sont omis dans l'analyse à cause de la limitation par la disponibilité des données.

Tableau A3.1 : Les valeurs CAP annuelles pour l'amélioration à 100% de l'environnement eau en 2016

Méthode d'élicitation / Modèle pour l'amélioration de 100% en 2015	Angleterre		Pays de Galles		Angleterre et Pays de Galles	
	CAP moyen £/mén./a n	CAP médian £/mén./a n	CAP moyen £/mén./an	CAP médian £/mén./a n	CAP moyen £/mén./an	CAP médian £/mén./a n
PCCV statistiques de l'échantillon	49.2	30.0	62.6	50.0	50.4	30.0
PCCV MCO modèle	44.8	25.3	40.1	22.7	44.5	25.1
Modèle Logit DCCV	167.0	167.0	181.4	181.4	167.9	167.9
Modèle Logit CE	293.7	293.7	508.0	508.0	299.9	299.9

Source: Baker et al. (2007).

Baker et al. (2007) a récemment estimé la valeur économique accordée par les ménages anglais et gallois pour l'amélioration de la qualité de l'eau au niveau local et national en tant que résultat de la mise en œuvre de la directive eau (Tableau A3.1). Il est l'un des rares études qui ont utilisé une série écologique basée sur les métriques de qualité de l'eau pour la description des niveaux de référence et d'améliorations. Les résultats de cette recherche sont utilisés par le *Department for Environment*.



Food and Rural Affairs ainsi que l'Agence de l'environnement en Angleterre et au Pays de Galles pour informer les décisions politiques nécessaires pour se conformer à la directive.

Les eaux usées brutes et les rejets industriels ainsi que tous les contaminants provenant de processus tel que les déchets liquides d'origine domestique, industrielle et agricole (comme par exemple la pollution organique, les déchets dangereux et les pesticides) dans le Bassin hydrique de la Seybouse affectent cette ressource de façon négative en général. La valeur économique non marchande d'un changement dans la qualité des eaux qui pourraient découler du traitement des eaux usées et d'options de politique des déchets est calculée pour la qualité des eaux de surface. Une méthode de transfert des avantages est utilisée dans ce contexte. La méthodologie proposée couvre les valeurs directes et indirectes découlant de l'amélioration de la qualité des ressources en eau (Tableau A3.2).

Tableau A3.2 : Améliorations des valeurs d'usage courant et de non-usage des ressources en eau

Avantage	Type des usages de l'eau		Exemple			
Avantages potentiels de la qualité de l'eau	Usage courant	Usage direct	Flux dérivé de l'utilisation de la ressource			
		Usage Indirect	Flux dérivé le long des berges	Activités de loisirs: pêche, baignade, canotage		
				Activités de loisirs: randonnée, trekking		
	Non Usage	Option	Option	Détente, plaisir de paix et la tranquillité		
				Existence	Legs	Esthétique, jouissance de la beauté naturelle
						Préférences d'utilisation future de la ressource à des fins personnelles
Non Usage	Existence	Legs	Maintenir un bon environnement pour le plaisir de tous			
			Plaisir de connaissances que les générations futures seront en mesure de faire usage de la ressource dans l'avenir			

Source: Adapté de Baker et al. (2007). Tableau A3.3 : CAP par ménage basé sur la carte de paiement et le choix dichotomique dérivés à partir du transfert d'avantages, 2012 et en DA

Consentement à Payer	Population	Scénario 3		
	(# million)	100% d'amélioration après 6 ans		
	2012	Consentement à payer/habitant		
		2012		
		Borne Inférieure	Borne Moyenne	Borne Supérieure
Bassin de la Seybouse DA/an)	1,3	463	1.289	2.115

Note: \$PPP Revenu Intérieur Brut par habitant a été utilisé pour ajuster le différentiel de revenus entre le Royaume Uni et la Algérie l'élasticité des revenus est estimée à 1.

Source: Baker et al. (2007); World Bank (2013); et Auteurs.



L'évaluation des biens marchands et non marchands est fondée sur les préférences des gens pour une amélioration de l'environnement et les valeurs sont mesurées soit par une procédure d'élicitation directe ou indirecte par l'analyse des transactions dans les marchés où les préférences pour un bien environnemental sont supposées influencer le prix du bien commercialisé (Tableau A3.3). La valeur de toute la population touchée est établie par une opération de change reflétée dans la somme de la valeur de chaque personne pour l'amélioration de l'environnement. La méthode de transfert de prestations ne peut être considérée comme une méthode d'évaluation en soi, mais plutôt comme une alternative rapide et peu coûteuse pour le transfert de données sur la valeur existante.



Annexe IV - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Déchets

Coût de la collecte en milieu rural. Le coût de la collecte en milieu urbain et rural pour 336.575 d'habitants dans le Bassin de la Seybouse est équivalent à 1% de leur revenu national brut par habitant de 392803 DA par an⁹⁷ avec une variation de 350000 à 450000 DA par ménage. Le coût de la dégradation de la non-collecte est donc équivalent à 1322 millions de DA en 2012 avec une variation de 1058 à 1586 millions de DA en 2012.

Coût du nettoyage des déchets déchargés dans des décharges sauvages. La population considérée est 70% de la population urbaine et rurale du Bassin de la Seybouse avec 0,7 et 0,58 kg⁹⁸ généré respectivement par habitant par jour.

Les hypothèses suivantes sont utilisées:

- La profondeur de la décharge est en moyenne de 1 mètre.
- La densité moyenne de déchets immergés est de 340 kg /m³.
- La réduction du volume à travers les feux incontrôlés dans les décharges est de 2/3 laissant ainsi un solde de 1/3.

Le total des déchets non collectés communaux générés en 2012 est de 340.006 tonnes. Ces déchets ont le potentiel de polluer 254.102 m² = (1,6 millions*365*0,58 kg)* 1/3 * 1/340. Pour le nettoyage des décharges sauvages, 160DA par tonne par m³ (1 m² par 1 mètre de profondeur) est adopté.⁹⁹ Le coût du nettoyage se monte à 186 millions de DA en 2012 avec une variation de 149 à 223 millions de DA.

Tableau A4.1 : Déchets potentiellement recyclables dans la Seybouse, 2012 et en DA

	Population	Déchets générés	Déchets générés	Métaux	Verres	Papiers / carton	Plastiques	Organique	Total
	#	Kg/jour	Tonnes/an	1,6%	1,4%	9,5%	12,0%	40,0%	
Population urbaine	1.158.443	0,70	295.982	4.736	4.025	28.118	35.518	118.393	
Population rurale	407.020	0,50	74.281	1.188	1.010	7.057	8.914	29.712	
Total	1.565.463		370.263	5.924	5.036	35.175	44.432	148.105	

⁹⁷World Development Indicator (2013).

⁹⁸ Ibid.

⁹⁹Bassi et al. (2011).



Coût/tonne (DA/tonne)				117,6	19,9	32,4	65,9	26,1	
Coût de la Dégradation				34.826.633	5,020,858	49,551,803	146,391,742	290,633,741	
Coût de la Dégradation totale									526.424.777
Borne inférieure									368.497.344
Borne supérieure									631.709.733

Source : GIZ (2012) ; Bassi et al. (2011) ; et Auteurs.

Recyclage. La gestion des déchets en Algérie a développé des systèmes formels et informels de récupération des matériaux avec de grands impacts sur le volume et le poids des déchets communaux pour la collecte et l'élimination finale. Les résultats sont illustrés dans le Tableau A4.1 et le coût de la dégradation se monte à 526 millions de DA en 2012 avec une variation de 368 à 632 millions de DA.

Moins-value des terrains autour des décharges. La méthodologie des coûts hédoniques a été utilisée pour dériver le coût de la moins-value des terrains avoisinants les décharges.¹⁰⁰ Les décharges ont été considérées en forme de cercle pour dériver le premier anneau et le deuxième anneau : $\pm 15\%$ de réduction des prix des terrains dans une circonférence jusqu'à 30 m autour de la décharge ; et $\pm 10\%$ de réduction des prix des terrains dans une circonférence de 30 à 100 m autour de la décharge. Les appartements et bâtisses n'ont pas été considérés alors qu'une plus grande moins-value aurait pu être calculée. Aucune distinction n'a été faite entre les décharges semi-contrôlées et sauvages dans le Bassin de la Seybouse. Les résultats sont illustrés dans le Tableau A4.2.

La génération d'électricité perdue et GES émis du fait de la non-capture du méthane dans le futur. La génération de déchets solides dans le Bassin de la Seybouse se monte à 370.263 tonnes. D'ici 3 ans, 10% de la génération potentielle de méthane pourrait être capturé et utilisé pour générer de l'électricité. Ainsi sur un potentiel de 63 millions de m^3 de méthane, 2,8 millions de m^3 pourrait être capturés. Seule une année a été considérée dans le futur par souci de simplification alors que le flux capture pourrait s'étendre sur plusieurs années. La production d'électricité pouvant être générée est de 27,4 millions de kW/h en utilisant la formule suivante : $1 m^3 CH_4 = 9,8 kW/h$ à 100% d'efficacité. L'équivalent monétaire est de 144,3 millions de DA lorsque le VAN est calculé avec un taux d'escompte 5% avec un tarif moyen de 0,1105 DA par kW/h pour considérer ces avantages perdus au temps présent. L'émission de méthane qui aurait pu être évitée d'ici 3 ans est de 1,926 tonnes équivalent à 48,153 tonnes de CO_2 équivalent. L'équivalent monétaire est de 43,6 millions de DA lorsque le VAN est calculé avec un taux d'escompte de 5%.

¹⁰⁰ Nelson (1978).



Tableau A4.2 : Evaluation hédoniques des terrains autour des décharges, 2012 et en DA

Décharge	Nombre estimé de décharge sauvage ou non-améliorée	Superficie moyenne m ²	D ² =S/Pi/4	Diamètre d'origine m	Rayon d'origine m	Rayon 30 m m	Rayon 100 m m	Superficie 30 m m ²	Superficie 100 m m ²	Pertes 30 m m ²	Pertes 100 m m ²	Prix des terrains DA/m ²	Pertes 30 m 15% du prix DA	Pertes 100 m 10% du prix DA
Seybouse	114	20000	25465	160	80	110	149	37867	69549	17867	31681	5000 (4000-6000)	10.720.322	16.080.483
Total													29.241.097	
<i>Borne inférieure à 4000 de DA le m²</i>													23.392.878	
<i>Borne supérieure à 6000 de DA le m²</i>													35.089.317	

Source : Nelson (1978) ; Bassi et al. (2011) ; GIZ (2012) ; et Auteurs.



Annexe V - Méthodes Spécifiques pour l'Évaluation des Coûts de la Dégradation de la Catégorie Air

Le coût de la dégradation de l'air à Annaba a été calculé selon la méthode développée dans l'Annexe II. Les résultats sont illustrés dans le Tableau A5.1.

Tableau A5.1 : Coût de la Dégradation dû à la Pollution de l'Air à Annaba, 2012 et en DA

Données	Montant
Taux brut de mortalité (par 1,000)	5,0
Moyenne Annuelle PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48
Moyenne Annuelle PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24
Population exposée 90% (million)	0,53
Adulte exposé de ≥ 30 ans (million)	0,25
Enfant exposé de ≤ 14 ans (million)	0,16
Enfant exposé de < 5 ans (million)	0,07

Catégories	Unité	Impacts par $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	DALYs par 10,000 cas	Cas	DALYs	Coût unitaire	ACH/DALY DA	VSS/ DALY DA	Total DA
Mortalité prématurée de < 5 ans	$\pm\%$ Taux brut de mortalité	0,084	100.000	8	77			1.389.673	96.870.160



Sustainable Water Integrated Management (SWIM) - Support Mechanism

Project funded by the European Union

Mortalité prématurée de > 30 ans	(voir Annexe II)		130.000	87	1.133			1.389.673	1.416.484.274
Bronchite chronique	par 100,000 adultes	0,87	22.000	89	195		431,566		97.898.152
Admissions à l'hôpital	par 100,000 population	1,2	160	177	3	5,463	431,566		2.193.513
Visites aux salles d'urgence	par 100,000 population	23,54	45	3.479	16	566	431,566		12.176.671
JARs	par 100,000 adultes	5750	3	586.833	176	1,023	431,566		142.074.310
Maladie des voies respiratoires inférieures chez les enfants	par 100,000 enfants	169	65	7.729	50	522	431,566		29.266.566
Symptômes respiratoires	par 100,000 enfants	18.300	1	1.867.66 1	187		431,566		84.213.725
Poids de la Santé					3.047				1.871.358.493
<i>Mortalité</i>					1.837				1.513.354.434
<i>Morbidité</i>					1.210				279.168.631
<i>Coût de la Santé</i>									78.835.428
Réduction de la productivité									125.381.019



agricole									
Déchéances des infrastructures et façades									84.211.132
Coût total de la dégradation de l'air									2.080.950.644

Source : Annexe II ; et Auteurs.



Annexe VI - Résultats de la Restauration

Les gains associés à l'accès à l'assainissement amélioré et à l'eau potable sont illustrés dans le Tableau A6.1. Les capacités, coûts unitaires et investissements requis pour la chaîne de déchets après la collecte sont illustrés dans les Tableaux A6.2 à A6.4.

Tableau A6.1 : Gains associés à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, 2013 et en millions de DA

Population rurale de la Seybouse	2012	Réduction de la diarrhée	Réduction de la mortalité due à la diarrhée	Réduction des cas de diarrhée	Valeur par cas	Gains en 2013
						Millions de DA
			#	Million	DA	Millions de DA
Sans accès à l'assainissement (million)	0,072					
Taux de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1000 habitants)	19,2	1,250	5		27.793.468	130,3
Population < 5 ans (million)	0,008	1,25		0,0101086	1.402	14,2
Population ≥ 5 ans (million)	0,064	0,250		0,0159811	637	10,2
Sous-Total						154,7
Sans accès à l'eau et à l'assainissement (million)	0,187					
Taux de natalité (Nombre de nouveau-nés par 1000 habitants)	19,2	1,500	15		27.793.468	406,5
Population < 5 ans (million)	0,021	1,5		0,0315388	1.402	44,2
Population ≥ 5 ans (million)	0,166	0,300		0,0498611	637	31,8
Sous-Total						482,5
Total						642,0

Sources : adapté de Bassi et al. (2011); World Development Indicators (2013); et Auteurs.



Tableau A6.2: Capacité requise après collecte pour les déchets de la Seybouse, 2013-2031

	Capacité des stations de transfert	Distance	Capacité des stations de ségrégation	Recyclage, compostage et/ou enfouissement			
				Superficie	Scénario1 15%R - 15%C	Scénario 2 10%R - 10%C	Scénario 3 0%R - 0%C
	Tonne/jour	km	Tonne/jour	km ²			
Urbain	122	40-60	811	40	446	341	811
Rural	81	40-60	204	20	112	85	204
Total	203		1.014		558	426	1.014

Source: GIZ (2012); et Auteurs.

Tableau A6.3: Coût unitaire pour la chaîne de déchets de la Seybouse, 2013-2031

Région	Capacité des stations de transfert	Transport	Capacité des stations ségrégation	Recyclage, compostage et/ou enfouissement			
				Superficie	Scénario1 15%R - 15%C	Scénario 2 10%R - 10%C	Scénario 3 0%R - 0%C
	DA/tonne/jour	DA/km/tonne	DA/tonne/jour	km ²	DA/tonne/jour	DA/tonne/jour	DA/tonne/jour
Urbain	1.225.000	3,5	2.872.415	40	4.949.875	3.500.000	175.000
Rural	1.225.000	3,5	2.872.415	20	4.949.875	3.500.000	87.500

Source: GIZ (2012); et Auteurs.

Tableau A6.4: Investissements pour la chaîne de déchets de la Seybouse, 2012-2031 en millions de DA

Région	Coût des stations de transfert	Coûts des transports	Coût des stations de ségrégation	Coût de recyclage, compostage et enfouissement			Coût total d'investissement sans transport		
				Scénario 1 15%R - 15%C	Scénario 2 10%R - 10%C	Scénario 3 0%R - 0%C	Scénario 1 15%R - 15%C	Scénario 2 10%R - 10%C	Scénario 3 0%R - 0%C
	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA	Millions de DA
Urbain	149	15,5	2.329	2.208	1.192	142	4.686	3.670	291
Rural	100	10,4	585	554	299	18	1.238	983	118
Total	249	25,9	2.914	2.762	1.491	160	5.924	4.654	408

Source: GIZ (2012); et Auteurs.



Annexe VII - Résultats Désagrégés des Coûts de la Dégradation

Tableau A7.1 : Résultats désagrégés du coût de la dégradation de la Seybouse

Catégorie et sous-catégorie	Seybouse	Borne Inférieure	Borne supérieure	%	% du PIB de l'Algérie	BI	BS
Valeur : Millions de DA							
Eau	20.755	14.298	25.582	73%	0,13%	0,09 %	0,16 %
Déchets	2.208	1.741	2.621	8%	0,01%	0,01 %	0,02 %
Air	2.081	1.947	2.634	7%	0,01%	0,01 %	0,02 %
Biodiversité	72	57	86	0%	0,00%	0,00 %	0,00 %
Environnement Global	3.281	2.645	3.917	12%	0,02%	0,02 %	0,02 %
Total	28.397	20.689	34.840	100%	0,18%	0,13 %	0,22 %
Valeur relative : % du PIB de la Seybouse							
Eau	3,1%	2,1%	3,8%				
Déchets	0,3%	0,3%	0,4%				
Air	0,3%	0,3%	0,4%				
Biodiversité	0,0%	0,0%	0,0%				
Changement Climatique	0,5%	0,4%	0,6%				
% du PIB de la Seybouse	4,2%	3,1%	5,2%				
Valeur : Millions de DA							
EAU	20.274,1	14.009,0	24.859,8	73,1 %			



Maladies Hydriques	5.983,0	5.416,4	6.549,5	21,1 %			
Qualité de l'Eau Potable	405,9	345,0	466,8	1,4%			
Qualité des Ressources en Eau	2.974,2	724,5	3.310,4	10,5 %			
Services Eau Potable (pertes)	7.110,8	4.263,8	5.217,3	1,0%			
Services Irrigation (pertes)	998,1	798,5	1.197,7	25,0 %			
Agriculture Sédimentation	21,2	18,0	24,3	3,5%			
Agriculture Rabattement de la nappe	110,1	88,1	132,1	0,1%			
Agriculture Salinité	294,3	235,5	353,2	0,4%			
Barrage Stockage	34,5	0,3	68,8	0,1%			
Agriculture Erosion	2,823.4	1,694.0	4,235.0	9.9%			
DECHETS	2,208.0	1,741.2	2,620.7	7.8%			
Collecte	1,322.1	1,057.7	1,586.5	4.7%			
Nettoyage	186.0	148.8	223.2	0.7%			
Recyclage	526.4	368.5	631.7	1.9%			
Moins-value des terrains	29.2	23.4	35.1	0.1%			
Energie	144.3	142.8	144.3	0.5%			
AIR	2,081.0	1,947.0	2,634.1	7.3%			
Annaba santé	1,871.4	1,768.8	2,393.1	6.6%			
Productivité agricole	125.4	106.6	144.2	0.4%			
Déchéances des infrastructures et façades	84.2	71.6	96.8	0.3%			
BIODIVERSITE	71.9	57.5	86.2	0.3%			



Zones humides	71.9	57.5	86.2	0.3%			
CATASTROPHE NATURELLE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE	3,281.1	2,645.2	3,917.0	11.6 %			
Catastrophe naturelle	2,918.7	2,335.0	3,502.5	10.3 %			
Changement climatique	318.8	271.0	366.6	1.1%			
Déchèterie émissions capturées	43.6	39.2	47.9	0.2%			

Source : Auteurs.